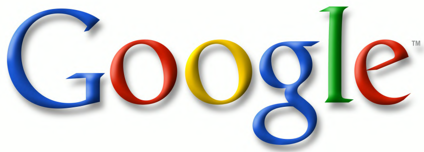
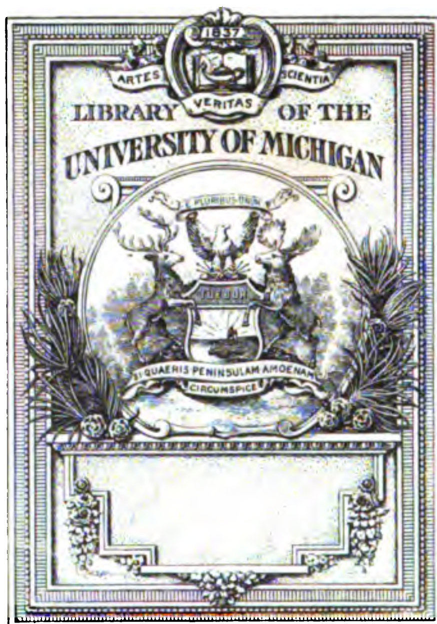



1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

BOTANISCHE ABHANDLUNGEN

AUS DEM GEBIET

DER MORPHOLOGIE UND PHYSIOLOGIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. JOHANNES HANSTEIN,

PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT BONN.

DRITTER BAND.

Mit Beiträgen von H. Voechting, E. Warming, J. Hanstein, E. Kubin und J. Fr. Müller.

MIT 20 TAFELN.

BONN,

BEI ADOLPH MARCUS.

1878.

Recd. 6-16-38 [illegible]

BOTANISCHE ABHANDLUNGEN

AUS DEM GEBIET

DER MORPHOLOGIE UND PHYSIOLOGIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. JOHANNES HANSTEIN,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT BONN.

DRITTER BAND.
ERSTES HEFT.

**Der Bau und die Entwicklung des Stammes der Melastomeen
von Dr. Hermann Voechting.**

BONN,
BEI ADOLPH MARCUS.
1875.

DER BAU

UND

DIE ENTWICKLUNG DES STAMMES

DER

MELASTOMEEN.

VON

DR. HERMANN VOECHTING,

PRIVATDOCENTEN DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT BONN.

MIT 8 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BONN,

BEI ADOLPH MARCUS.

1875.

Inhalt.

Der Bau und die Entwicklung des Stammes der Melastomeen.

Der Bau und die Entwicklung des Stammes

der

Melastomeen.

Einleitung.

Unter den mannigfachen Abweichungen vom normalen Bau, welche der dikotyle Stamm darbietet, gehören die *Melastomeen* zu den interessantesten Beispielen. Eine Anzahl derselben führt ausser dem typischen dikotylen Kreise Bündel im Mark und in der Rinde; in einer Gruppe anderer fehlen die letzteren, während Markstränge vorhanden sind; dagegen wird der normale dikotyle Bau ohne Abweichung zur Seltenheit.

Bei fast allen mir bekannt gewordenen Arten stehen die Blätter in alternirenden zweigliedrigen Quirlen. Nur bei zwei Vertretern der Gattung *Eriocnema* befolgen dieselben Spiralstellung. Wie bekannt, zeichnen sich die Blätter der *Melastomeen* aus durch ihren regelmässigen Bau. Sie sind gewöhnlich durchzogen von 5—7 Längsnerven, die häufig durch sehr gleichmässig parallel laufende Quernerven verbunden sind. — Die Lamina des Blattes ist entweder scharf vom Stiel abgesetzt, oder sie verläuft allmälig in denselben. Im ersteren Falle treten sämmtliche Haupt-Längsnerven gleichzeitig in den Blattstiel; im letzteren vereinigen sie sich nach und nach, die äusseren zuletzt, mit demselben.

Bei den meisten Arten sind beide Blätter eines Quirls gleichartig ausgebildet; in einer geringeren Anzahl von Fällen erlangen sie dagegen eine ungleiche Entwicklung. Der Anfang dieser Bildung findet sich schon bei *Heterocentron diversifolium*, bei welchem gewöhnlich das

eine Blatt des Wirtels etwas kleiner ist, als das andre. Dasselbe gilt für *Centradenia floribunda*. Ungleich weiter aber geht die Grössen-Differenz bei *Centradenia rosea* und am weitesten bei *Centr. grandifolia*. Die Sprosse der letztgenannten beiden Pflanzen haben meist eine zur Verticalen geneigte Stellung, und tragen, ähnlich wie *Selaginella*, zwei Reihen Ober- und zwei Reihen Unterblätter. Die Oberblätter sind nun sehr klein und ungleich weniger entwickelt, als die Unterblätter. Während sie bei *Centradenia rosea* noch den grösseren ähnliche, gestielte Blättchen vorstellen, sind sie bei *Centr. grandifolia* zu kleinen sitzenden Schuppen reducirt, deren Fläche von der der grossen, gestielten Blätter um das Vielfache übertroffen wird. — Die interessanten anatomischen Verhältnisse, welche sich an diese Verschiedenheiten in der Grösse der Blätter knüpfen, werden später ihre Erörterung finden.

Zu den oben besprochenen Ungleichheiten in der Ausbildung kommt aber noch eine weitere, nämlich die der beiden Blatthälften der Blätter von den drei genannten Vertretern der Gattung *Centradenia*, die desshalb auch von Schlechtendal als *Plagiophyllum* unterschieden wurde. Die Ungleichheit der beiden Hälften ist in geringerem Grade ausgesprochen bei *Centr. floribunda* und *rosea*, in höherem dagegen bei *Centr. grandifolia*.

Der Querschnitt des Stammes der *Melastomeen* hat entweder einen rundlichen Umriss, oder ist stumpf vierkantig, oder endlich mit vier mehr oder minder weit vorspringenden Flügeln versehen.

Von den in den Gärten cultivirten Arten ist es mir gelungen, etwa zwanzig, einige allerdings nur bruchstückweis, zur Untersuchung zu erlangen. Hinsichtlich der Anordnung ihrer Stränge gruppiren sich diese in folgender Art.

Der normale dikotyle Kreis von Strängen, ohne Zutritt von Mark- und Rinden-Bündeln, findet sich nur bei einer Art, bei *Sonerila margaritacea*.

Die einfachste Form der Abweichung bieten die Fälle dar, in denen ausser dem Normal-Ringe ein einziges Bündel in der Mitte des Markes vorkommt. Einen derartigen Bau besitzen *Eriocnema marmorata*, — bei der das markständige Bündel aber auch fehlen kann, — *Medinilla Sieboldii* und *Med. farinosa*. — Um einen Schritt weiter gehen *Melastoma igneum*, *Medinilla magnifica* und *Melastoma cymosum*. Bei ersterer Pflanze liegen 1—3 Bündel in der Mitte des Markes; die

zweitgenannte führt etwa 2—4 einzelne Bündel oder Gruppen, die aus je zwei Strängen zusammengesetzt sind; bei der dritten endlich sind schon 8—10 Bündel vorhanden, welche auf den mir vorliegenden Präparaten eine kreisförmige Anordnung haben. — Den Höhepunkt in dieser Reihe nehmen *Miconia chrysoneura* und *Cyanophyllum magnificum* ein. Bei ihnen ist der ganze Querschnitt des Markes mit Bündeln übersäet, deren Zahl, zumal bei der letztgenannten Pflanze, eine sehr beträchtliche werden kann; sie kann 30, 40 und noch mehr betragen.

Die weitere Art der Anomalie im Bau hat ihren einfachsten Vertreter in *Centradenia rosea* (7, 7). Bei dieser findet sich ausser dem Normal-Kreise in jeder der vorspringenden vier Kanten am Stamme ein Bündel. Nur in seltneren Fällen hat auch das Mark einen centralen Strang; in der Regel ist es bündelfrei. — Was hier Ausnahme, wird typisch für *Centradenia floribunda* (7, 1); die Rinde führt 4, das Mark einen Strang. — Bei gleicher Zahl der Rinden-Bündel steigt die Zahl der Markstränge auf zwei und mehrere bei *Lasiandra petiolaris* (8, 6), *Las. Fontanesii*, *Heterocentron diversifolium* (8, 3); sie wächst bis zu unbestimmt vielen, bis zu 40, 50, und ausnahmsweise noch mehr, bei *Heterocentron subtriplinervium* und *Het. roseum* (7, 6). In allen diesen Fällen kann zu jedem der vorhandenen vier Rinden-Bündel noch ein weiteres, kleineres treten, das dann eine ganz bestimmte, später näher zu besprechende, Stellung zu ersterem einnimmt. Ja zumal bei *Heterocentron subtriplinervium* kommt häufig schon eine beträchtlichere Entwicklung der Flügel, und dem entsprechend höhere Zahl von Rinden-Bündeln vor; sie steigt hier schon bis auf 3 und 4. Dies wird zur Regel bei *Lasiandra macrantha*, die aber eine geringere Zahl von Mark-Bündeln besitzt, etwa 5—10. — Den Gipfelpunkt in dieser Reihe stellt *Centradenia grandifolia* dar (8, 9). Der Stamm dieser Pflanze besitzt 4 weit vorspringende Flügel, von denen jeder 5—7 von innen nach aussen an Grösse abnehmende Stränge führt, während im Mark nur etwa 4—6 Bündel vorkommen.

Der Bau der Mark- und Rinden-Stränge, sowie die anomale Zusammensetzung der Bündel des allgemeinen Holzkreises, werden in dem histologischen Theile dieser Arbeit ihre Besprechung finden.

Es kämpft mit einiger Schwierigkeit, ein übersichtliches Gesammtbild zu geben von dem Bau und der Entwicklung des Stammes einer Familie, wie der hier behandelten. Das volle Verständniss eines Theiles

setzt vielfach schon die Kenntniss des andern, und umgekehrt das Verständniss des letzteren die Kenntniss des ersteren voraus. — Nach reiflicher Erwägung habe ich mich entschlossen, das mir vorliegende Beobachtungs-Material in vier gesonderten Theilen zu behandeln, die sich in folgender Art aneinanderreihen:

1. Histologische Zusammensetzung des Stammes.
2. Der Vegetations-Punkt. Bildung von Blatt und Internodium.
3. Entwicklung der Gewebe auf dem Querschnitt. — Korkbildung. — Ursachen der Radial-Reihung der Holzzellen.
4. Längsverlauf der Gefäss-Stränge.

1. Histologische Zusammensetzung des Stammes.

Es erscheint am zweckmässigsten, zuerst die Histologie einer Pflanze genauer zu besprechen, und daran die Erörterung der hauptsächlichsten Abweichungen zu knüpfen, welche andre Arten aufweisen. Ich wähle zu dem Zweck eine Pflanze, die uns in der Folge noch mehr beschäftigen wird:

Heterocentron diversifolium.

Der vor mir liegende Querschnitt eines normal entwickelten Stengels von etwa 3 Mm. im kleinsten Durchmesser zeigt folgende Verhältnisse.

Das Mark besteht aus ziemlich grossen polyëdrischen Zellen, von denen auf den ganzen Mark-Durchmesser etwa 20—23 kommen. Sie haben im mittleren Durchmesser ungefähr $^1/_8$ Mm., sind verhältnissmässig dünnwandig, führen spärlich Chlorophyll, und sind an den Ecken durch kleine Intercellular-Räume getrennt. Kleine und grosse Zellen sind ordnungslos über den ganzen Querschnitt zerstreut, selbst die Elemente der äussersten, an den Holzkörpern grenzenden Zellreihe zeichnen sich nicht durch geringere Grösse vor den inneren aus, und es erscheint desshalb der Holzkörper an den Orten zwischen den vorspringenden Gefäss-Bündeln scharf vom Marke abgesetzt. Dasselbe gilt in vielen Fällen auch von der Umgrenzung der mehr oder minder weit vorragenden Gefäss-Bündel; in andern Fällen wird dagegen an

diesen Orten die Zugehörigkeit einzelner Grenz-Elemente zweifelhaft, eine Thatsache, die in der später zu erörternden Entwicklungs-Geschichte ihre Aufklärung finden wird. Im Mark zerstreut liegen vier Bündel, zwei grössere und zwei kleinere.

Die innerste Rinden-Zellschicht, welche den Holzkörper umgiebt, stellt eine wohlcharakterisirte Schutzscheide dar (4, 7 bei *s*). Die Elemente derselben sind in tangentialer Richtung abgeplattet; ihr Inhalt ist wasserhell. Die Innenwände sind beträchtlich verdickt, und lassen Schichtung erkennen; die Radial- und Aussenwände haben geringere Stärke. An den Ansatzstellen der Radial- und Innenwände finden sich entweder keine Intercellular-Räume, oder sie sind, wenn vorhanden, doch nur äusserst klein. — Auf dem Längsschnitt sind die Zellen der Schutzscheide erheblich gestreckt, und haben horizontale oder schwach geneigte Querwände.

Die nun folgende Rinden-Zellschicht besteht aus kleineren oder grösseren Elementen mit reichlichem Chlorophyll-Gehalt und dünnen Wänden. Einzelne dieser Zellen führen grosse Krystall-Drusen. — Die an die genannte sich schliessende Zelllage zeigt vielfach eine ähnliche Zusammensetzung; doch sind ihre Elemente meist grösser und enthalten manchmal kein Chlorophyll. Die Zellen beider Lagen sind regelmässig durch kleinere oder grössere, manchmal sehr weite Intercellular-Gänge getrennt. — Auf die eben beschriebenen folgen nun noch zwei oder drei weitere Lagen, deren innerste die grössten Zellen der Rinde mit wasserhellem Inhalt führt, während die eine oder zwei äusseren Elemente besitzen, welche kleiner sind, und collenchymatische Verdickung der Wände zeigen. Und zwar nimmt die Collenchym-Bildung von innen nach aussen zu. In den innern Theilen der Rinde sind die Intercellular-Räume ganz normal entwickelt; dann werden die Räume immer kleiner, während die Wandverdickung immer mehr zunimmt, bis endlich in den äusseren Lagen die Intercellular-Gänge ganz verschwinden (4, 7). Die Epidermis endlich besteht aus Elementen, deren Innenwände an der Collenchym-Bildung Theil nehmen, deren Radial-Wände dagegen zart sind. Die Aussenwände sind mässig verdickt, und lassen auch ohne Zuhülfenahme von Reagentien eine Cuticula erkennen, die regelmässig kleine Vorsprünge nach aussen zeigt. Von der Fläche gesehen stellen diese zarte, longitudinal verlaufende Linien dar, welche hin und wieder mit einander anastomosiren.

Die beschriebenen Verhältnisse hinsichtlich der Anordnung der Rindenzellen erleiden dann eine Aenderung, wenn Spaltöffnungen vorhanden sind. Ueber ihnen findet keine Collenchym-Bildung statt, sondern es sind sämmtliche Elemente dünnwandig und chlorophyllhaltig.

Auf dem Längsschnitt gesehen, erscheinen sämmtliche Elemente der Rinde verlängert. In geringerem Maasse ist dies der Fall bei denen der chlorophyllführenden und der darauf folgenden grosszelligen Lage; in erhöhtem dagegen bei den Collenchym-Zellen, deren Querwände horizontal, aber auch geneigt sein können, und die dann einen prosenchymatischen Charakter haben. — Auch die Zellen der Epidermis sind, wenn auch nicht in dem Maasse, wie die des Collenchyms, doch immer beträchtlich gestreckt.

Die Flügel am Stamme unsrer Pflanze sind nicht stark entwickelt (8, 3). Sie bestehen im äussern Theile aus zwei bis drei Zellschichten, deren Wände collenchymatische Verdickung zeigen. Ueber das Ganze zieht sich die Epidermis gleichartig hinweg. In dem innern Theile des Flügels liegt meist ein Bündel, das von einer Schicht chlorophyllführender Zellen umgeben ist. Die Schutzscheide, welche die Stränge rings umgiebt, zeigt, zumal wenn letztere stark entwickelt sind, dieselbe Struktur, welche die des normalen Holzkörpers hat (5, 6 bei *s*).

Fassen wir nunmehr die Elemente des Fibrovasal-Systems in's Auge.

Die Mark-Bündel sind bei *Heterocentron diversifolium* meist nicht in hoher Zahl vorhanden. In sehr kräftigen Trieben finden sich wohl gegen 12; in mässig entwickelten 6—8 oder wenig darunter oder darüber. Manchmal sind nur 3 oder 4 vorhanden, und in einem Falle wurde nur ein einziges beobachtet.

Der äussere Umriss der Mark-Bündel (6, 3) ist rundlich oder verlängert. Die Abgrenzung ihrer Elemente gegen die des Markes kann scharf oder weniger deutlich ausgeprägt sein. Es können dünnwandige Zellen des Bündels mit engem Lumen unmittelbar an grosse Mark-Zellen grenzen; oder es kann der Uebergang ein allmäliger und durch Elemente mittlerer Grösse hergestellter sein. Eine Scheide ist nicht vorhanden.

Die elementare Zusammensetzung der Bündel hängt von ihrer Grösse ab. Haben sie einen beträchtlicheren Umfang, so wird ihre Mitte in der Regel eingenommen von einer Gruppe dünnwandiger, langgestreckter Elemente, die mit geraden oder schwach geneigten

Querwänden versehen sind, und als Cambiform-Zellen bezeichnet werden mögen. An diese schliessen sich zerstreut einzeln oder in kleinen Gruppen beisammen liegend enge und weitere Spiral- und Ring-Gefässe, sowie Treppen- und Tüpfelgefässe mit weiterem Lumen (6, 3 *gg*). Der Umfang des Bündels wird eingenommen von Cambiform-Zellen und Siebröhren (6, 3 *sb*), die letzteren ebenfalls einzeln oder in kleinen Gruppen beisammen liegend. — Die eben beschriebene Anordnung hat aber zahlreiche Ausnahmen. Es können sich die Gefässe nahe der Peripherie des Bündels oder in dessen Mitte finden, und ebenso wechselnd in ihrer Lage sind die Siebröhren. Auch diese finden sich manchmal nahe der Mitte des Stranges. — Sind die Bündel kleiner, dann nimmt die Zahl der Gefässe ab; vielfach liegt nur ein Spiral- oder Ring-Gefäss in oder nahe der Mitte des Bündels. Den kleinsten Strängen endlich mangeln die Gefässe gänzlich; sie bestehen nur aus Siebröhren und Cambiform-Zellen, deren Gesammtzahl auf eine sehr geringe, selbst auf 3 und 4, herabsinken kann.

In einem einzigen Falle wurde in einem Mark-Bündel neben den Gefässen eine kleine Gruppe Libriform-Zellen beobachtet, ein Vorkommen, das, wie später gezeigt werden wird, bei andern Arten unsrer Familie zur Regel wird.

Das Charakteristische der Mark-Bündel besteht nach Allem darin, dass in ihnen die Elemente des Xylems und des Phloems auf das Innigste mit einander gemengt erscheinen.

An die Schilderung der Mark-Bündel will ich die der Rinden-Stränge knüpfen. Bei *Heterocentron diversifolium* erlangen dieselben eine besonders hohe Entwicklung, die jedoch der Intensität des Wachsthums der Sprosse entsprechend verschiedene Stufen zeigt. In wohlausgebildeten Fällen (5, 6) besitzen die Bündel folgende Zusammensetzung. Die Mitte derselben wird eingenommen von einer Gruppe dünnwandiger Cambiform-Zellen mit engem Lumen (5, 6 *cb*). Auf diese folgen engere und weitere Gefässe mit den bekannten verschiedenen Formen der Wandverdickung, und hieran schliesst sich ein allseitig wohl ausgebildeter Holzkörper. Die Elemente des letzteren, welche sehr regelmässige Radial-Reihung zeigen, sind übrigens beträchtlich kleiner, als die entsprechenden des normalen Holzkörpers. Sie zeigen, zumal wenn die Stränge grösseren Umfang erreicht haben, eine radial stark abgeplattete Gestalt, eine Thatsache, die, wie es scheint, in einem

auf das Bündel ausgeübten Radial-Druck ihre Ursache haben dürfte. Auf die sich langsam theilende Cambium-Schicht folgen dünnwandige Cambiform-Zellen, zwischen denen sich zerstreut kleine Siebröhren vorfinden. Von den umgebenden Rinden-Zellen ist das Bündel abgesetzt durch eine Schutzscheide, welche der des normalen Holzkörpers im Wesentlichen gleicht (5, 6*s*); ebenso sind die auf die Scheide folgenden Rinden-Zellen den entsprechenden ausserhalb des Normal-Körpers ähnlich.

In Sprossen mit weniger intensivem Wachsthum wird die Mitte der Rinden-Bündel nicht von Cambiform-Zellen eingenommen, sondern von Gefässen mit spiral- und ringförmiger Wandverdickung, zwischen denen sich nur wenige Cambiform-Zellen vorfinden. In diesen Fällen tritt der holzkörperartige Charakter dieser Bündel weniger in die Erscheinung.

Wie später erhellen wird, sind die Rinden-Stränge der Anlage nach einfache Bündel, Blattspur-Stränge, allein sie nehmen, zumal die am weitesten entwickelten, im Internodium des Stammes vollkommen den Charakter kleiner Holzkörper an. Sie führen in der Mitte ein kleines Pseudo-Mark, und um dieses Gefässe und Libriform, das letztere in allseitig ziemlich gleichartiger Ausbildung; sie sind mit einem Cambium, einem dünnen Phloem-Theil und einer Schutzscheide versehen, ganz wie ein normaler Holzkörper.

In jedem Stamm-Knoten ist an den mit den Blättern alternirenden Seiten des Stammes je ein horizontal verlaufender Rinden-Strang vorhanden, dessen Zusammensetzung von der der senkrechten abweicht. Der ganze innere Theil eines solchen Stranges besteht aus Spiral- und Ring-Gefässen, die von einer nur dünnen Schicht von Cambiform-Zellen und kleinen Siebröhren umgeben sind. Doch ist die Dicke dieser Schicht nicht auf allen Seiten gleich. Sie ist am stärksten auf der dem Stamm zugewandten, am schwächsten auf der entgegengesetzten Seite. Daher kommt es, dass der stark entwickelte Gefässtheil eine excentrische Lage hat, und das Ganze einen wirklich bündelartigen Eindruck macht. — Libriform habe ich in diesen Strängen nie beobachtet.

Es wäre nunmehr noch die Zusammensetzung des normalen Holzkörpers zu besprechen.

Wie aus Hanstein's[1]) Untersuchungen bekannt, führen die Gefässbündel einer Anzahl dikotyler Pflanzen an ihrer dem Marke zugewandten

1) J. Hanstein, Die Milchsaftgefässe und die verwandten Organe der Rinde. Berlin 1864, pag. 57.

Seite einen innern Phloem-Theil. Die Zahl dieser von dem normalen Typus abweichenden Bildungen wird durch die Melastomceen um weitere vermehrt.

Bei *Heterocentron diversifolium* springen die inneren Phloem-Theile der verschiedenen Bündel des Ringes verschieden weit ins Mark vor. Diese Thatsache hängt mit dem Längsverlauf der Gefäss-Stränge zusammen und kann erst dort erörtert werden. — Nehmen wir für unsern Zweck eines der am weitesten vorspringenden Bündel (4, 7).

An einem solchen stellt der innere Phloem-Theil manchmal einen eignen ovalen Strang dar, der an der Uebergangsstelle zum Xylem-Theile des Bündels eine kleine Einschnürung zeigt (4, 7). Der ganze Strang besteht aus Cambiform-Zellen und Siebröhren, zu denen in Fällen stärkerer Entwicklung im innersten Theile noch ein oder wenige weit abgerollte Spiral- oder Ring-Gefässe kommen. Wie schon früher erwähnt, ist der innere Phloem-Theil gegen die umgebenden Mark-Zellen nicht immer scharf abgesetzt. Die zartwandigen Elemente des ersteren stossen entweder unvermittelt an die grossen Mark-Zellen, oder es finden sich, zumal im innersten Theile, hinsichtlich des Durchmessers der Zellen, wie ihrer Wanddicken, Uebergangs-Elemente, welche sich auch auf dem Längsschnitt als solche zu erkennen geben.

In den Knoten des Stammes bilden die innern Phloem-Theile der Gefäss-Bündel mit den oberen resp. unteren Endigungen der Mark-Bündel ein dichtes und unregelmässiges Geflecht von kleineren und grösseren Strängen, die vorwiegend aus Siebröhren und dünnwandigen Cambiform-Zellen bestehen. Die Parenchym-Zellen in den Knoten haben rundliche Gestalt, und sind von Intercellular-Räumen reichlich durchsetzt. Im entwickelten Stamm sind die Zellen von verschiedener Grösse, je nachdem sie Krystall-Drusen von oxalsaurem Kalk führen oder nicht. Die ersteren sind fast stets grösser und in sehr beträchtlicher Zahl vorhanden, ein Umstand, der auf einen an diesen Orten stattfindenden sehr lebhaften Stoffwechsel hindeutet.

Der Uebergang vom innern Phloem-Theil zum Xylem ist manchmal durch einige dünnwandige Elemente mit weiterem Lumen gekennzeichnet (4, 7); in anderen Fällen findet dies nicht statt. — Zu innerst des Holztheiles treten einige enge, weit abgerollte Spiral- oder Ring-Gefässe auf; darauf folgen Spiral- und Treppen-Gefässe mit weiterem Lumen; die an und zwischen den Libriform-Zellen gebildeten Gefässe

sind meist mit kleinen behöften Tüpfeln dicht besetzt. Die Holzzellen selbst sind schön radial gereiht; sie greifen mit lang zugespitzten Enden in einander. Ihr Innenraum ist durch eine oder wenige secundär entstandene Horizontal-Wände gefächert, welche stets zarter bleiben, als die Längswände. — An das nun folgende Cambium schliesst sich der äussere Phloem-Theil des Holzkörpers. In jungen Sprossen unsrer Pflanze findet man meist nur eine Lage dünnwandiger Weichbast-Zellen, auf welchen sofort die Schutzscheide folgt. Bei weiterer Entwicklung werden dagegen meist zwei bis drei Schichten erzeugt, deren äussere mässige Verdickung der Wände erfährt. — Die eben gemachten Angaben gelten jedoch nur für die Orte zwischen den Gefäss-Bündeln. Die zu diesen gehörenden Theile des Phloems sind etwas stärker entwickelt. Sie bestehen aus wenigen Siebröhren, — die in den Interfascicular-Theilen des Phloems nicht beobachtet wurden, — und Cambiform-Zellen. Echte Bastzellen kommen bei dieser Pflanze nicht vor.

Soviel über die histologischen Verhältnisse von *Heterocentron diversifolium*. Die der übrigen Arten sollen nur soweit besprochen werden, als sie erheblichere Abweichungen von den dort gefundenen aufweisen.

Heterocentron roseum.

Die markständigen Bündel gleichen denen von *Het. diversifolium* hinsichtlich ihrer histologischen Zusammensetzung, doch haben sie stets einen schärfer umschriebenen rundlichen Umriss, und sind von einer Scheide stärker verdickter Elemente umgeben (6, 2). Diese Scheide kann ununterbrochen um das ganze Bündel verlaufen, oder unvollständig sein (s. die Figur). An der Peripherie des Bündels finden sich in der Regel Zellen, welche Drusen von oxalsaurem Kalk führen, und die entweder, was gewöhnlicher, im Bereich der Scheide, oder ausserhalb derselben liegen. Wie Längsschnitte lehren, bilden diese krystallführenden Zellen kürzere oder längere Reihen, welche dem Bündel parallel laufen, und deren Elemente sich durch abgeflachte Gestalt auszeichnen.

Wie das Mark-Bündel, so führt auch der innere Phloem-Theil der Gefäss-Bündel an seiner Markseite eine Scheide verdickter Zellen (5, 1). Auch hier treten die an der Grenze der Mark-Bündel beobachteten Reihen krystallführender Zellen auf. Vielfach kommt es bei

dieser Pflanze vor, dass sich nicht nur ein innerer Basttheil findet, sondern dass diesem noch ein oder zwei weitere aufgesetzt sind. Jeder von diesen ist dann gewöhnlich durch eine Scheide der vorhin beschriebenen Art von dem folgenden abgesetzt mit Ausnahme des äussersten, dessen Elemente unmittelbar an den Gefässtheil des Holzbündels grenzen.

Der äussere, um den ganzen Holzkörper verlaufende Phloem-Theil ist überall ziemlich gleichartig und stärker entwickelt, als bei der vorigen Art. Er besteht aus dünnwandigen verlängerten Elementen, einzeln oder in kleinen Gruppen beisammen liegenden Siebröhren, und secundär gebildetem Parenchym, das Chlorophyll und Stärke führt. Die Theilung durch Horizontal-Wände, welche dieses Phloem-Parenchym herstellt, kann auf kürzere oder längere Strecke ununterbrochen erfolgen, oder nur stellenweis und vereinzelt stattfinden (5, 7*p*). Auf letzterem Umstande beruht die sehr verschiedene Länge der Elemente. — Die Schutzscheide besteht aus einer Schicht ziemlich weiter Zellen, deren Wände schon früh einen bräunlichen Ton annehmen und resistent gegen Schwefelsäure werden (5, 1 und 7 *s*).

Die Rinden-Bündel dieser Pflanze haben eine ähnliche Beschaffenheit, wie die der vorigen Art. Auch hier führen die grösseren derselben Cambiform-Zellen in der Mitte, die aber nicht immer zartwandig bleiben, sondern wenigstens theilweise ihre Wände verdicken. Die Schutzscheide dieser Stränge ist ähnlich gebaut, wie die des Normal-Körpers. Wie es nach den mir vorliegenden Präparaten scheint, beginnt die Cuticularisirung der Scheide-Zellen stets auf der dem Centrum des Stammes zugekehrten Seite des Bündels.

Centradenia floribunda.

Das Mark-Bündel dieser Pflanze besteht aus einem sehr kleinzelligen Gewebe (6, 4). Auch hier wird die Mitte desselben eingenommen von einer Gruppe Cambiform-Zellen, deren Wände schwache Verdickung erfahren. Gewöhnlich ist ein weit abgerolltes Spiral-Gefäss vorhanden, von dessen Spiralband man auf zarten Querschnitten entweder nur einen Theil eines Umlaufs (6, 4·*sp*), oder, falls dieser fortgerissen, gar nichts gewahrt. In diesem Falle erkennt man das Gefäss daran, dass seine primären, unverdickten Wände nach dem Innenraum der Zelle hin gewölbt erscheinen. — In der Peripherie des Bündels

finden sich regelmässig Gruppen von der geringen Grösse der übrigen Elemente entsprechend kleinen Siebröhren. Eine Scheide ist nicht vorhanden.

Von den Gefäss-Bündeln des Normal-Kreises führen nur die primären Blattspur-Stränge im Internodium weit vorspringende innere Phloem-Theile; die der übrigen Bündel sind nur klein oder fehlen auch gänzlich. — In dem am weitesten ins Mark vorragenden Theile der ersteren sind zahlreiche Siebröhren vorhanden; nach dem Holztheile des Gefäss-Bündels hin werden sie seltner, und durch etwas grosszelligeres Cambiform vertreten. — Der äussere Phloem-Ring des Holzkörpers zeigt hinsichtlich seiner Elemente dieselbe Zusammensetzung, wie der der früher genannten Arten. Die Schutzscheide, welche das Ganze umgiebt, ist dünnwandig; ihre Radial-Wände zeigen, zumal in jugendlicheren Zuständen, die bekannte dunkle Linie.

Die Rinden-Stränge (6, 1) führen in der Mitte eine Gruppe etwas verdickter Cambiform-Zellen. Rings um dasselbe liegen zerstreut engere und weitere Ring-, Spiral- und Tüpfel-Gefässe. Auch in dem dargestellten Falle sind zwei Spiral-Gefässe vorhanden, deren Bänder weit abgerollt und daher nur zum Theil auf dem Schnitt sichtbar sind (6, 1 *sp*). Holzzellen wurden in einzelnen Fällen beobachtet, in anderen nicht. In der Peripherie des Stranges finden sich, wie sonst, Gruppen von Siebröhren und Cambiform-Zellen. Eine Schutzscheide läuft manchmal continuirlich um den ganzen Strang; in andern Fällen, wie in dem dargestellten, ist sie nicht überall deutlich zu verfolgen.

Centradenia grandifolia.

Das Gewebe der Mark-Bündel dieser Pflanze ist etwas grosszelliger, als das der vorigen Art, hat aber sonst eine ähnliche Zusammensetzung. Dasselbe gilt von dem normalen Holzkörper. Das innerste, grösste der Rinden-Bündel im Flügel gleicht im Allgemeinen dem von *Centr. floribunda*; in dem darauf folgenden wird der innere Cambiform-Theil immer kleiner, bis er schliesslich ganz verschwindet, und die Mitte des Bündels von einer kleinen Gefäss-Gruppe eingenommen wird, welche von einem dünnen Phloem-Ringe umgeben ist. Eine dünnwandige Schutzscheide grenzt den Ring von den umgebenden Rinden-Zellen ab.

Centradenia rosea,

bei der, wie früher erwähnt, das Mark-Bündel in der Regel fehlt, schliesst sich hinsichtlich seiner Zusammensetzung an die genannten beiden Arten an.

Bei allen drei *Centradenia*-Arten, zumal aber den beiden letztgenannten, ist das Mark durch das Vorkommen zahlreicher Krystall-Drusen ausgezeichnet. Dieselben finden sich nicht nur in der Nähe der Stränge, sondern zerstreut über den ganzen Querschnitt, und es stellen, wie der Längsschnitt lehrt, die mit ihnen versehenen Zellen auch hier kürzere oder längere Längsreihen dar. Bei *Centr. rosea* erreichen die Drusen selbst eine Grösse, wie sie im Verhältniss zur Stärke des Stammes bei keinem der untersuchten Vertreter der Familie beobachtet wurde. — In der Rinde sind die Krystalle ebenfalls vorhanden, treten hier aber nur in der Nähe des Holzkörpers und der Rinden-Stränge auf.

Melastoma heteromalum.

Diese Art weicht besonders darin ab, dass die Schutzscheide, welche den Holzkörper von der Rinde trennt, durch eine, stellenweis zwei Lagen von Elementen gebildet wird, deren Wände stark verdickt und mit Tüpfeln versehen sind. Auf dem Längsschnitt erscheinen dieselben gestreckt, und mit geraden oder schwach geneigten Querwänden versehen. — Die grösseren Rinden-Bündel führen in der Mitte Cambiform, und um dieses Gefässe und Libriform. Die Schutzscheide, welche das Ganze umgiebt, ist ebenso gebaut, wie die des normalen Holzringes. Die kleineren Rinden-Stränge haben in der Mitte kein Cambiform, sondern nur Gefässe und um dieses Libriform; die kleinsten endlich können ganz aus letzterem zusammengesetzt sein.

Bei den beiden andern von mir untersuchten *Melastoma*-Arten ist das ganze Gewebe ungleich weniger fest gebaut, als bei *M. heteromalum*. Die Schutzscheide ist zartwandig, und es fehlen die Rinden-Stränge gänzlich.

Lasiandra.

Bei *Lasiandra macrantha* sind die Wände der Mark-Zellen nicht unbeträchtlich verdickt, und an den Ecken etwas collenchymatisch

ausgebildet. Zerstreut im ganzen Mark liegen Krystall-Drusen, doch finden sie sich am zahlreichsten in der Nähe des Holzkörpers. Die Schutzscheide ist dünnwandig. In den Elementen der ersten Rinden-Zellschicht unter der Epidermis finden sich fast ununterbrochen Krystall-Drusen. Die Rinden-Bündel zeigen nichts Bemerkenswerthes.

Lasiandra petiolaris hat dünnwandige Mark-Zellen, die aber in gleicher Weise, wie vorige, Krystalle führen. Genau dasselbe gilt von der Lage der letzteren in der Rinde. Die Rinden-Stränge sind klein, und bestehen in der Regel aus wenigen Spiral- oder Ring-Gefässen, etwas Cambiform und einer Schicht von Libriform-Zellen.

Lasiandra Fontanesii gleicht im Ganzen der vorigen. Im Mark sind weniger Krystalle, allein diese in gleicher Anordnung vorhanden. Ebenso finden sie sich in der äussersten Rinden-Zellschicht.

Cyanophyllum magnificum.

Unter allen untersuchten Arten hat diese die grössten Mark-Stränge. Die Mitte derselben wird auch hier eingenommen von Cambiform-Zellen, die schwach verdickte Wände haben, und Chlorophyll und Stärke führen. Rings um dieselben finden sich einzelne grössere Gruppen von engeren und weiteren Gefässen, und ausserhalb dieser Siebröhren und Cambiform. Manchmal springen die einzelnen Gefäss-Gruppen mit den zu ihnen gehörenden Phloem-Theilen etwas nach aussen vor, und es erscheint der Strang, wie bei *Medinilla magnifica*, aus mehreren kleinern zusammengesetzt. — Der normale Holzkörper dieser Pflanze erlangt eine der Stärke des Stammes entsprechende Mächtigkeit. In seinem äusseren Phloem-Theile werden dickwandige echte Bast-Zellen erzeugt; die secundäre Rinde führt zahlreiche Oxalat-Krystalle. Das Ganze ist umgeben von einer dünnwandigen Schutz-Scheide. Die auf dieselbe folgenden innersten Rinden-Schichten sind ebenfalls zartwandig und chlorophyllführend. An diese schliesst sich eine stellenweis unterbrochene Lage stark verdickter Sclerenchym-Zellen, die auf dem Längsschnitt die Form von Rinden-Zellen mit horizontalen oder schwach geneigten Wänden haben. Hierauf folgt eine mächtige Schicht kleinzelligen Collenchyms, das von einer aus kleinen Elementen bestehenden Epidermis überzogen ist. Im Collenchym wie in der chlorophyllführenden Rinde sind zahlreiche Drusen von Krystallen vorhanden.

Medinilla.

Die Mark-Bündel von *Med. magnifica* liegen einzeln, oder, was häufiger, zu zweien oder auch wohl dreien zusammen. Sie besitzen keine Scheide. Im Innern führen sie engere Spiral- und Ring-, und weitere Treppen- und Tüpfel-Gefässe (6, 5 bei *g*). Die letzteren werden theilweise umschlossen von einem einseitig, aber wohlentwickelten, aus echten Libriform-Zellen zusammengesetzten Holztheil. Ausserdem verdicken noch einzelne oder kleine Gruppen von Cambiform-Zellen ihre Wände. — In dem innern Phloem-Theile der Bündel des Normal-Kreises finden sich keine Libriform-, wohl aber die genannten verdickten Cambiform-Zellen, und zwar sowohl in der Peripherie, als auch besonders im innern Theile des Bündels. — Auch diese Art besitzt im äussern Phloem-Theile des normalen Holzkörpers echte Bast-Zellen mit stark verdickten Wänden; sie liegen einzeln oder zu wenigen beisammen durch den ganzen Phloem-Theil zerstreut. — Die Schutzscheide ist dünnwandig, und manchmal sehr wenig charakterisirt.

In dem Mark-Strange von *Med. Sieboldii* wurden nur sehr spärlich Libriform-Zellen beobachtet, wohl aber kommen verdickte Cambiform-Zellen vor.

Med. farinosa zeigt keine Abweichungen.

Bei allen drei Arten, zumal aber bei den beiden erstgenannten, kommen in Mark und Rinde stark verdickte Sclerenchym-Zellen vor, die meist gruppenweis zusammen liegen und dem Stamm eine hohe Festigkeit ertheilen.

Sonerila margaritacea.

Zeigt, wie früher erwähnt, in Bezug auf Anordnung der Stränge keine Abweichung vom normalen dikotylen Typus. Doch gleicht sie darin den *Melastomeen*, dass die Bündel des Normal-Kreises einen inneren Phloem-Theil führen, der aus Siebröhren und Cambiform besteht.

Eriocnema marmorata.

Das ganze Gewebe dieser Pflanze weicht ab von dem aller übrigen untersuchten Arten, und besitzt einen Grad von Weichheit, wie er sonst nicht beobachtet wurde. In dem Bruchstück, das der Untersuchung zur Verfügung stand, findet sich auf Querschnitten bald ein

Mark-Bündel, bald nicht. Wo es vorhanden, besteht es aus einem Spiral-Gefäss, Siebröhren und Cambiform-Zellen. Im Normal-Kreise ist Libriform nicht vorhanden; die Gefäss-Bündel sind durch einen Ring kleinzelligen dünnwandigen Gewebes verbunden. Die Bündel selbst springen weit ins Mark vor; sie sind meist schmal und führen einen kleinen inneren Phloem-Theil, auf welchen Radial-Reihen von engeren und weiteren Gefässen folgen, die durch Reihen dünnwandiger Zellen getrennt sind. Der äussere Phloem-Theil ist schwach entwickelt. Eine dünnwandige Schutzscheide umgiebt das Ganze.

Die Siebröhren der Melastomeen.

Von den histologischen Elementen der *Melastomeen* verlangen die Siebröhren eine etwas eingehendere Besprechung.

Die Siebröhren im Allgemeinen, besonders aber die von *Cucurbita*, haben eine umfangreiche Litteratur aufzuweisen. Es haben sich mit dem Gegenstande beschäftigt Hartig, Mohl, Nägeli, Hanstein und Briosi, und zwar ist die Untersuchung Aller fast ausschliesslich auf die Siebplatten gerichtet. So Erhebliches auch durch die Bemühungen der genannten Forscher zur Aufklärung der Natur dieser Bildungen geleistet ist, die Frage ist doch noch nichts weniger als abgeschlossen zu betrachten. Vor Allem bedürfen die dicken, gallertartigen Platten, welche Hanstein und Nägeli fanden, und jene sonderbaren Bildungen, die der Erstere beobachtete und in seiner oben genannten Arbeit Taf. III, Fig. 9 u. 10 abbildete, einer genaueren Erklärung.

Es ist nicht meine Aufgabe, an diesem Orte in die Discussion über den fraglichen Gegenstand einzutreten. Die Siebplatten der *Melastomeen* eignen sich wegen ihrer Kleinheit durchaus nicht zu einer darauf bezüglichen Untersuchung. Es sei hier nur erwähnt, dass auch bei diesen Pflanzen zwei Formen von Siebplatten vorkommen, die gewöhnlichen callösen und die gallertartig verdickten.

Dagegen zieht bei den hier besprochenen Pflanzen ein anderer Gegenstand die Aufmerksamkeit auf sich. Es sind dies die secundären Theilungen innerhalb der Mutter-Zellen der Siebröhren. Ein Blick auf einen zarten Schnitt durch das Mark-Bündel von *Centradenia floribunda* (trotz der Kleinheit seiner Elemente ist gerade dieses Bündel vorzüglich geeignet) lässt vielfach eine auffallende Lagerung der einzelnen

Zellen in den Siebröhren-Gruppen erkennen. Bei genauerer Betrachtung unter stärkerer Vergrösserung gelangt man bald zu der Ueberzeugung, dass viele Wände secundären Ursprungs sein müssen. Es sind die Wanddicken häufig so verschieden, und dabei der Umriss der Zellen mit stärkeren Wänden so scharf gezeichnet, dass über das Verhältniss von Mutter- und Tochter-Zellen kein Zweifel walten kann. In Fig. 4 auf Taf. 6 lässt sich diese Thatsache schon aus der blossen Anordnung mancher Elemente erschliessen; in den Fig. 8, 9 u. 10 auf Taf. 4 sind drei solcher Fälle genauer dargestellt. Dies ist die eine Form der Erscheinung, die gerade bei *Centradenia floribunda* am sichersten zu beobachten ist.

Die zweite Form fällt mehr bei denjenigen Arten ins Auge, welche grössere Siebröhren führen, wie z. B. *Heterocentron diversifolium*, *roseum* etc. Vielfach erkennt man auch hier Zell-Complexe, welche einzelnen Mutter-Zellen ihren Ursprung verdanken, mit voller Sicherheit; in anderen Fällen ist dies weniger deutlich, und endlich liegen manche Siebröhren bestimmt isolirt. Sie besitzen, wenigstens die grösseren von ihnen, fast stets etwas stärker verdickte Wände als die Cambiform-Zellen. Die Wände selbst erscheinen meist in zwei Lamellen gespalten. Entweder kann dies rings um die ganze Zelle stattfinden, oder nur an einer, zwei oder drei Seiten, oder endlich selbst nur in den Ecken der Zelle. — Die Fälle einer nachträglichen Bildung von Tochter-Zellen in Mutter-Zellen sind manchmal sehr auffallend. Es können die zarteren Tochterzellwände straff ausgespannt oder nur leicht gebogen sein; sie können aber auch der Mutterzellwand auf kürzere oder weitere Strecke so dicht angelegt sein, dass man sie kaum als selbstständig erkennen kann (4, 13 links oben und 6, 2 *sr*; ferner einzelne Fälle in 6, 3).

Soviel über die Bilder, welche sich auf Querschnitten ergeben. Die Herstellung genügend zarter Längsschnitte ist, zumal von lebenden Sprossen, mit grösserer Schwierigkeit verbunden. Doch gelang es, in einer Anzahl von Fällen den Sachverhalt zu erkennen. In den Figuren 14, 15, 16 und 17 auf Taf. 4 sind einige derselben abgebildet. Die beiden letzteren zeigen im optischen Längsschnitt der Zelle die Ansatzstellen der Secundär-Wände an den Endigungen der Siebplatten, welche hier nicht durch die ganze Breite der Mutter-Zellen ausgespannt, sondern von den Längswänden der Röhren durch schmale

unverdickte Streifen getrennt sind. In Fig. 15 ist ein Fall dargestellt, in welchem in der ursprünglichen Mutter-Zelle nur auf einer Seite der Horizontal-Wand eine secundäre Membran gebildet ist; auch hier ist das eine Stück der Horizontal-Wand, welches ausserhalb der secundär entstandenen Längswand liegt, nicht siebplattenartig verdickt. Aehnlich ist der in Fig. 14 dargestellte Fall, in dem die kleinere der Tochterzellen durch Horizontal-Wände in Elemente von kürzerer Länge zerfallen ist. In den zu den beiden letzteren Abbildungen gehörenden Präparaten waren die kleineren der Tochterzellen nicht siebröhrenartig ausgebildet; in andern, vielleicht den meisten Fällen, stellen auch ihre Horizontal-Wände wohl ausgebildete Siebplatten dar. (Vergl. die Querschnitts-Zeichnung 6, 2, in welcher in zwei Fällen die Siebplatten der kleineren Zellen im Gesichtsfelde liegen, während die der grösseren nicht in gleicher Höhe befindlich sind.)

Es wurde versucht, die beschriebenen fertigen Bildungen ihrer Entstehung nach zu verfolgen, allein die in dieser Richtung angestellten Bemühungen führten zu keinem befriedigenden Ergebniss. Die ersten Siebröhren entstehen schon sehr früh in der Stammspitze und sind an ihren schwach verdickten Wänden von den umgebenden Elementen sicher zu unterscheiden. Man gewahrt in ihnen später auch die ersten Secundär-Wände. Allein über die specielleren Vorgänge bei der Theilung, der Wandverdickung und der Plattenbildung habe ich bis jetzt keine Klarheit erlangen können.

Die im Vorstehenden angeführten Thatsachen tragen nur wenig dazu bei, die Kenntniss von der histologischen Natur der Siebröhren zu fördern, sind vielmehr eher geeignet, ihren in mancher Beziehung räthselhaften Charakter nur in ein um so helleres Licht zu stellen.

2. Der Vegetations-Punkt.
Bildung von Blatt und Internodium.

Die Vorgänge am Vegetations-Punkt der *Melastomeen* bieten einige nicht uninteressante Beziehungen dar, und es mag damit begründet sein, wenn ihnen in dieser Arbeit ein eigener Abschnitt gewidmet wird.

Bei der Verfolgung der Gestaltungs-Vorgänge am Vegetations-Punkte kann man zwei Wege einschlagen. Entweder, — und dieses dürfte

wohl der am meisten betretene sein, — man greift aus der Reihe aller Entwicklungs-Stadien einzelne mehr oder weniger wichtige Zustände heraus, und verbindet diese — oder überlässt es bei der Darstellung dem Leser, dasselbe zu thun — zu einem mehr oder minder der Wirklichkeit entsprechenden Bilde des Gesammt-Wachsthums. — Oder man sucht durch genaues Verfolgen möglichst aller Stadien in den Gang der Entwicklung selbst einzudringen, die Gestaltungs-Vorgänge am Vegetations-Punkte in ihrer Aufeinanderfolge gewisser Maassen direkt wahrzunehmen, und sich vor Allem von der in den verschiedenen Entwicklungs-Phasen stattfindenden Intensität des Wachsthums eine Vorstellung zu verschaffen. — Der letztere Weg ist der schwierigere; er erfordert vor Allem die Präparation einer grossen Anzahl von Stamm-Spitzen. In diesem Falle bieten die wenigen prägnanten Bilder der ersteren Behandlungsart nur Durchgangs-Punkte einer Entwicklung dar, deren klare Erkenntniss aber nicht aus ihnen allein geschöpft werden kann. — Es wurde versucht, im vorliegenden Falle den zweiten der bezeichneten Wege einzuschlagen.

Als Ausgangs-Punkt für die ganze Betrachtung soll *Centradenia floribunda* dienen, deren Vegetations-Punkt sich, trotz der Kleinheit seines Gewebes, als zur Untersuchung vorzüglich geeignet erwies. Zumal boten zarte Längsschnitte durch Stammspitzen, welche kurze Zeit in Alkohol gelegen waren, Bilder dar, die an Klarheit und Schönheit wenig zu wünschen übrig liessen.

Der Bau des Vegetations-Punktes unsrer Pflanze, wie man ihn am häufigsten findet, erhellt aus Fig. 4 auf Taf. 1. Zwischen zwei schon beträchtlich weit entwickelten Blättern trifft man einen kleinen Scheitel, der nur schwach nach oben gewölbt ist. Das Gewebe dieses Vegetations-Punktes ist in der Regel sehr kleinzellig. Es besteht aus einer äusseren Lage, dem Dermatogen, ein oder zwei in ziemlicher Continuität verlaufenden Periblem-Schichten, und einigen weiteren inneren, meist unregelmässig geordneten Zelllagen, welche allmälig in grössere Elemente übergehen. Die Zahl der auf das Dermatogen folgenden regelmässig verlaufenden Periblem-Lagen ist nach den zahlreichen Präparaten, welche hergestellt wurden, keine constante. Ebenso wechselnd innerhalb engerer Schranken ist die Grösse der Zellen des Vegetations-Punktes; eine Thatsache, die, mindestens theilweise, auf der Kräftigkeit der Sprosse beruht.

Die von der oben beschriebenen um 90° in der Lage verschiedene Ansicht des Vegetations-Punktes ist in Fig. 5 auf Taf. 1 dargestellt. In diesem Falle stehen die jüngsten Blätter vorn und hinten auf gleicher Höhe mit den interpetiolaren Drüsen, die, wie die Figur lehrt, schon sehr früh und schnell entwickelt werden. Den eigentlichen Vegetations-Punkt stellt hier nur der mittlere schwach vorgewölbte Theil des Hügels dar. — Der Zustand des Scheitels, welcher in den beiden zuletzt besprochenen Figuren gegeben ist, ist derjenige, in welchem seine Thätigkeit am schwächsten ist, in welchem die geringste Zahl von Zellen gebildet wird.

Nun erfolgt die Anlage zweier neuer Blätter. Wie durch einen Druck getrieben, hebt sich der mittlere Theil des in den Figuren 2 und 5 Taf. 1 dargestellten Vegetations-Punktes. Wie der Vergleich der Figuren 5 und 3 lehrt, läuft mit der Hebung eine entsprechende rasche Verbreiterung des Scheitels besonders senkrecht zur Richtung des vorigen Blattpaares parallel. Während der Hebung verliert der bisher schwach nach oben gewölbte Scheitel seine Form; an den mit dem vorigen Blattpaar gekreuzten Seiten entstehen zwei die letzteren fast ihrer ganzen Länge nach einnehmende Hügel, deren mittlerer Theil am schnellsten wächst. Diese beiden Hügel stellen die Anlagen des neuen Blattpaares dar. Sie überragen bald den mittleren Theil des Scheitels, wachsen rasch in die Länge, und haben den eigentlichen Vegetations-Punkt als anfangs flache, dann immer tiefer werdende Furche zwischen sich. (Vgl. die Figuren 3 und 1 auf Taf. 1.) — Schon in dem in Fig. 5 Taf. 1 dargestellten Zustande ist eine schwach einseitige Entwicklung des kleinen Vegetations-Punktes erkennbar; er ist auf dem Rücken des Hügels nicht genau in der Mitte, sondern etwas rechts gelegen. In den folgenden Stadien kommt diese Unsymmetrie noch ungleich mehr zur Geltung. Die eine Blattanlage, und zwar ist es stets die am weitesten nach aussen gelegene, wölbt sich rascher empor, als die gegenüberliegende, welche dagegen eine stärker entwickelte Basis hat (Taf. 1, Fig. 3 und 1).

In dem Stadium, von welchem wir ausgingen, besitzt der Vegetations-Punkt eine den normalen Stammscheiteln aus der vegetativen Region andrer Pflanzen ähnliche Gestalt; im Laufe der weiteren Entwicklung verliert er diese immer mehr. Während der Anlage von Blättern geht er fast vollständig in diese auf, und die Bilder, welche

man in den betreffenden Stadien erhält, haben viele Aehnlichkeit mit denen, welche manche Blüthenaxen bei Anlage der Fruchtblätter gewähren.

In die Zeit der beschriebenen Vorgänge fällt die Phase des intensivsten Wachsthums am Vegetations-Punkte. Die erste Anlage der Blätter und des zugehörenden Internodiums erfolgt mit grosser Schnelligkeit. Doch ist in letzterem die Dauer des raschen Wachsthums keine lange; das Internodium erreicht zunächst nur geringe Höhe. — Während die jungen Blatt-Hügel sich rasch empor und über den Vegetations-Punkt hinwölben, und auf ihrer Rückenseite Haare und Borsten bilden, beginnt der eben noch als schmale Furche vorhandene Scheitel sich zu verbreitern, und langsam seine frühere Form wieder anzunehmen. So gelangen wir allmälig wieder zu dem Stadium, von welchem wir ausgingen, und in welchem die am wenigsten intensive Neubildung am Vegetations-Punkte stattfindet.

Unterdessen wird das vorhin jüngste Internodium zum zweitjüngsten. Es verlängert sich während der Neubildung am Vegetations-Punkte etwa um das 2—3fache, und erfährt eine beträchtliche Verbreiterung. Die zu ihm gehörenden Blätter strecken sich zu beträchtlicher Länge, und differenziren sich in Blattstiel und Lamina. — Im dritten Internodium erreicht der Stengel schon fast seine völlige Dicke unter Entwicklung eines höchst intensiven Längenwachsthums, und entsprechender Ausbildung des zugehörigen Blattpaares (1, 4).

Schon in den Achseln der Blätter des zweiten Paares beginnt die Bildung von Achsel-Sprossen, die hier stets wirklich axilläre Bildungen vorstellen. Das Verzweigungs-System ist stets ein streng monopodiales. — Bei der Anlage des Achsel-Sprosses gewahrt man genau in dem Winkel zwischen Blatt und Stamm eine kleine Zellgruppe (1, 6), die mit hellem Plasma erfüllt ist, und deren Wände sehr zart sind. Die Oberfläche der Gruppe, welche etwa 3—4 Zelllagen tief in das Gewebe der Achsel hinabreicht, ist anfangs eben oder nur schwach gewölbt; dann nimmt sie eine immer mehr hügelartige Form an, bis sie senkrecht zur Richtung der Mediane des Mutterblattes die ersten Blattanlagen erzeugt. Von da an gleicht der junge Scheitel in allen Stücken dem des Mutter-Sprosses. Die ersten Blattanlagen selbst trifft man schon an den Sprossen des dritten oder höchstens vierten Blattpaares.

Wollte man sich die in den verschiedenen Entwicklungs-Phasen vorhandene verschiedene Intensität des Wachsthums in Form einer Curve vorstellen, so würde das jedesmalige Minimum derselben auf den Zustand vor der Bildung eines neuen Blattpaares und Internodiums fallen; von da aus würde sie während der Anlage der letzteren rasch zum Maximum emporsteigen, um von dort langsam wieder zum Minimum zurückzukehren. — Die Anlage von Blatt und Internodium erfolgt also gewisser Maassen stossweis. Ein erster Andrang von Protoplasma erzeugt die Anlage von einem Internodium und dem zugehörigen Blattpaar, dann tritt eine Pause ein; nun erfolgt ein neuer Andrang, der eine entsprechende Neubildung zur Folge hat; dann wieder eine Pause, und so fort.

Ob bei dieser Pflanze während der Periode raschen Wachsthums die Neubildung von Zellen am Vegetations-Punkte beim jedesmaligen Minimum völlig sistirt wird, die Curve also einen Nullpunkt erreicht, kann ich nicht sagen; doch erscheint es mir sehr unwahrscheinlich. Noch viel mehr gilt dies für die Blätter. Jedenfalls können die Pausen nicht von sehr langer Dauer sein, da die Pflanze während der warmen Sommerzeit rasch wächst, und zahlreiche Sprosse und Blätter bildet.

Ungleich stetiger geht die Entwicklung vor sich bei *Heterocentron roseum*. Die bei *Centradenia floribunda* beobachteten stossweise erfolgenden Vorgänge finden hier nicht statt, oder sind, wenn vorhanden, jedenfalls nur in geringem Grade ausgesprochen (2, 2). Die Anlage von Blättern und Internodien, die Ausbildung der ersteren, das Längen- und Breiten-Wachsthum der letzteren, gehen ganz allmälig und successiv von Statten. — Der Vegetations-Punkt ändert bei der Anlage von Blättern nicht seine Form, wie in dem früher beschriebenen Falle. Er ist stets breiter, und bewahrt eine schwach auswärts gewölbte Form (2, 1). Wie Fig. 2 auf Taf. 2 lehrt, sind die Blätter unsrer Pflanze schon in den jugendlichsten Alters-Stadien auf der Rückenseite dicht überdeckt mit langen und starken Borsten und Drüsen-Haaren, auf der Innenseite anfangs nur mit letzteren, später dagegen auch mit ersteren. Die auf den von Blättern freien Seiten jedesmal im Knoten um den Stamm verlaufenden horizontalen Vorsprünge sind ebenfalls dicht mit Borsten und Haaren besetzt; ferner, wenn auch spärlicher, die Internodien des Stammes. Auch die jungen Achsel-Sprosse sind ringsum von Drüsen eingehüllt, so dass also alle jugendlichen Theile

der Pflanze mit Ausnahme der Vegetations-Punkte mit Gebilden aus der grossen Gesellschaft der Trichome bedeckt sind.

Der zuletzt beschriebene Vorgang der allmäligen Entwicklung gehört jedoch zu den im Ganzen seltneren Fällen. Meist geht die Neubildung am Vegetations-Punkte in einer der bei *Centradenia floribunda* beobachteten ähnlichen Weise vor sich.

So z. B. *Miconia chrysoneura*, deren Vegetations-Punkt in Fig. 8 Taf. 1 dargestellt ist. Das eine im Hintergrunde liegende Blatt des jüngsten Paares ist durch die punktirte Linie angedeutet. Der Vegetations-Punkt liegt als schwache Vorwölbung zwischen den Drüsenhaaren der horizontalen Vorsprünge des jungen Knotens. Das zweite Blattpaar zeigt schon beträchtliche Entwicklung.

Aehnlich gebaut ist der Vegetations-Punkt des *Melastoma cymosum* (2, 4). In dem in dieser Abbildung dargestellten Falle sind eben zwei junge Blätter angelegt. Das Internodium des mit diesen gekreuzten Blattpaares ist noch sehr niedrig, zeigt aber in seinem untern Theile beträchtliches Breiten-Wachsthum. Das dritte Internodium und die zu ihm gehörenden Blätter haben schon fast die Grösse des fertigen Zustandes erreicht.

Für die angedeutete Art der Entwicklung liessen sich noch mehrere Beispiele anführen; doch erscheint deren speciellere Besprechung nicht nothwendig.

Der genaueren Erwähnung verdient dagegen noch die Gattung *Medinilla*. Alle drei mir bekannt gewordenen Arten zeichnen sich dadurch aus, dass, wenn nicht gerade die Ausbildung eines jungen Blattpaares und des entsprechenden Internodiums vor sich geht, dem Ende eines in jeder Beziehung fertigen Internodiums zwei Blätter aufgesetzt sind, welche ebenfalls völlige Entwicklung erreicht haben. Von einer zwischen ihnen vorhandenen Stamm-Spitze gewahrt man beim ersten Blick nichts; sie erscheint dem suchenden Auge erst dann, wenn es mit den Eigenthümlichkeiten der Pflanze näher vertraut ist, und sie in dem den Scheitel des Sprosses bedeckenden Haarschopf als unscheinbaren Punkt zu finden weiss. — Die Differenz in der Entwicklung der aufeinander folgenden Blattpaare ist hier noch weiter ausgebildet, als bei *Centradenia floribunda*.

Bei *Medinilla Sieboldii* trifft man auf dem Scheitel des völlig fertigen Internodiums einen winzigen Hügel (1, 10). Dieser besteht aus

einem jungen, sehr niedrigen Internodium, und seinem noch wenig entwickelten Blattpaare, von dem das eine, im Hintergrunde liegende, durch die punktirte Linie angedeutet ist. Der Durchschnitt des Hügels senkrecht zur Mediane der jüngsten Blätter ist in Fig. 9 Taf. 1 genauer dargestellt. In seinem mittleren Theile trifft man einen etwas einseitig gelegenen, sehr kleinen Vegetations-Punkt, der von Haaren überdeckt ist, welche der Peripherie der Knoten-Anlage des jüngsten Blattpaares ihren Ursprung verdanken. Das zweite Blattpaar, dessen Basen Fig. 10 Taf. 1 dargestellt sind, ist in allen Hauptstücken fertig. In seinen Achseln führt es zwei schon ziemlich weit vorgeschrittene Spross-Anlagen, denen sich im Laufe der ferneren Entwicklung noch je eine weitere anschliesst, welche ebenfalls in Richtung des Median-Schnittes ausserhalb des erstgebildeten gelegen ist — Sehr eigenthümlich sind die Vorgänge am Vegetations-Punkte von *Medinilla farinosa.* Ein gut geführter Längsschnitt durch die Spitze, und zwar in Richtung senkrecht zur Mediane der jüngsten Blätter zeigt folgendes Bild. Zwischen einem vollständig entwickelten Blätter-Paar trifft man eine tonnenförmig umschriebene Spitze. Auf ihrem Gipfel trägt diese zwei kleine Vorragungen, welche durch eine schmale Furche getrennt sind (2, 6). Der ganze ausserhalb der Hügel befindliche Theil der Spitze, sowie die Seiten derselben, sind dicht mit auffallend geformten Haaren besetzt. — Unter stärkerer Vergrösserung stellen sich die beiden kleinen Hügel auf der Spitze dar als Blattanlagen eines Vegetations-Punktes, der dem breiten Rücken des zweiten Internodiums gewisser Maassen nur aufgesetzt erscheint (3, 1). Noch ungleich mehr, als bei *Centradenia floribunda*, geht hier der Vegetations-Punkt in Blatt-Bildung auf. Die Furche zwischen den Blatt-Anlagen ist hier noch schmaler, als dort; sie hat in ihrer Tiefe kaum zwei bis drei Zellen Breite, und es ist in der That von einem eigentlichen Vegetations-Punkte kaum noch zu sprechen. Die Differenz zwischen dem Gewebe des Vegetations-Punktes und des Internodiums, dem er aufgesetzt ist, ist sehr auffallend. Das des ersteren ist kleinzellig, dünnwandig und in lebhafter Theilung begriffen, während das des letzteren mit Ausnahme des jugendlichen Fascicular-Gewebes derbwandig und beträchtlich grosszelliger erscheint. (Vergl. Fig. 1 auf Taf. 3, welche bei 270 Vergrösserung möglichst genau mit der Camera entworfen wurde.) Geht nun die Anlage und anfängliche Ausbildung eines jungen Blattpaares vor sich, so beginnt

im zweiten, bisher in einer Richtung tonnenförmigen Internodium eine intensive Neubildung. Unter entsprechender Verbreiterung geht eine sehr energische Longitudinal-Streckung vor sich, bis seine definitive Länge erreicht ist, und nach einer Pause das Spiel an der Spitze von Neuem beginnt. Schon in den Achseln der Blätter des zweiten Paares werden Seitensprosse angelegt, und zwar in der früher beschriebenen Art als kleine, echt axilläre Vorwölbungen. Eine solche fällt steiler nach der Stammseite ab, verläuft dagegen ganz allmälig nach der Blattseite hin. Nun wächst der innerste Theil rasch empor, nimmt eine schärfer umschriebene Gestalt an, und erzeugt die ersten Blattanlagen und Haare. Während der erste Achsel-Spross erzeugt wird, bildet sich nach der Blattseite hin an seinem Fusse aus dem äusseren Meristem des primären Hügels noch ein weiterer, der aber vor der Hand nur klein bleibt. Ein derartiges Bild von zwei unter einander gelegenen Sprossanlagen ist in Fig. 7 auf Taf. 2 gegeben. Rechts liegt der ältere Spross, der schon ein Blattpaar und die mit diesem in der Figur auf gleicher Höhe stehenden Haare erzeugt hat; der kleine Vegetations-Punkt des Sprosses liegt auf dem Rücken des Hügels bei *a*. Links von der älteren liegt die jüngere Spross-Anlage als mässig gewölbter Hügel, welcher ebenfalls wieder nach der Stammseite hin steiler, nach dem Blatt allmälig abfällt.

In allen wesentlichen Punkten den vorigen gleich gebaut ist *Medinilla magnifica*. Der breite, zwischen einem Paar völlig entwickelter Blätter befindliche Scheitel des Sprosses ist auch hier bedeckt von einem dichten Schopf brauner Haarbildungen, durch den in Richtung der Blatt-Medianen eine übrigens nur wenig auffallende Furche verläuft. In der Mitte dieser Furche liegt, ganz in Haaren versteckt, der primäre Vegetations-Punkt. — Fertigt man durch eine Spitze, welche vor Kurzem ein Blattpaar entwickelt hat, Längsschnitte an, so erhält man Bilder (2, 5), welche den früher gefundenen gleichen. Im Laufe der Zeit aber wird der Scheitel immer breiter. Ausser den zu beiden Seiten der Vegetations-Spitze gebildeten Achsel-Sprossen erster Ordnung entstehen in der bei *Med. farinosa* beschriebenen Art solche zweiter, und in den Thälern zwischen diesen endlich noch weitere von höherer Ordnung. Auf diese Weise kommt es, dass der breite Scheitel eines Sprosses von einer ganzen Reihe von Achsel-Sprossen, selbst 8—10 an der Zahl, bedeckt ist, welche in eben jener

Furche gelegen sind, deren früher erwähnt wurde[1]). Ein Schnitt durch die eine Hälfte einer solchen Furche ist in Fig. 9 auf Taf. 2 dargestellt. Links liegt die primäre Stammspitze; rechts davon zwei grössere und zwischen diesen zwei kleinere Sprossanlagen. Die grösseren von ihnen führen schon beträchtlich entwickelte Blattanlagen. Sowohl ihre, wie die Medianen der Blätter der Stammspitze sind senkrecht gestellt zur Medianlinie der Mutter-Blätter. Die ganzen jungen Spross-Anlagen, ihre Blätter und Internodien, sind dicht mit langen Haaren bedeckt.

Fassen wir das, was über die drei *Medinilla*-Arten gesagt wurde, zusammen, so ergiebt sich, dass bei ihnen die rhythmische Entwicklung von Blättern und Internodien in noch höherem Grade vorkommt, als bei *Centradenia floribunda*. Es ist wahrscheinlich, dass die Minima der Curve für die Wachsthums-Intensität hier thatsächlich auf den Nullpunkt herabsinken, dass die Neubildung am Vegetations-Punkt nach jedesmaliger Anlage eines Blattpaares und Internodiums einen Stillstand erreicht, wenigstens glaube ich dies für die Arten *M. Sieboldii* und *magnifica* mit Bestimmtheit annehmen zu können.

Es erübrigt jetzt noch, mit einigen Worten den elementaren Aufbau des Vegetations-Punktes zu besprechen, und der Betheiligung zu gedenken, welche den verschiedenen Histogenen bei der Anlage von Neubildungen zukommt.

Wie die verschiedenen Abbildungen auf den Tafeln 1, 2 und 3 lehren, entsprechen die Spross-Gipfel hinsichtlich ihrer zelligen Zusammensetzung dem allgemeinen Schema, welches von Hanstein[2]) für die Scheitel der Phanerogamen aufgestellt wurde. — Sowohl im Zustande seiner geringsten, wie der höchsten Thätigkeit ist der Vegetations-

---

1) Nach Guillard (Bulletin de la Société botanique de France. Tome IV. 1857) stehen die Blüthen von *Medinilla* collateral. Es fehlte mir die Gelegenheit, die Richtigkeit dieser Angabe constatiren zu können.

Damaskinos und Bourgeois erwähnen der superponirten Stellung der Achsel-Sprosse von *Sonerila margaritacea* und *Spennera aquatica* (Bull. de la Soc. bot. de France. Tom. V. 1858, pag. 608). Vergl. auch den Aufsatz von A. Braun, Sitzungsber. der Gesellschaft naturf. Freunde. Jahrg. 1874, Juli p. 2.

2) J. Hanstein, Die Scheitelzell-Gruppe im Vegetations-Punkt der Phanerogamen. Bes. abgedr. a. d. Festschrift der Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde z. 50jähr. Jubil. der Univers. Bonn.

Punkt unsrer Pflanzen von einer äussersten Zelllage, dem Dermatogen, gleichmässig überzogen. Eine Scheitelzelle im Sinne der bei höhern Kryptogamen beobachteten ist nicht vorhanden. — Auf das Dermatogen folgt eine wechselnde Zahl von regelmässig verlaufenden Periblem-Lagen. In dem in Fig. 7 auf Taf. 1 abgebildeten Scheitel von *Heterocentron diversifolium* sind zwei derartige Lagen vorhanden; die dritte ist schon weniger gleichmässig geordnet, und die vierte ist kaum noch zu verfolgen. Von dieser beginnt der allmälige Uebergang zu den grösseren, in reger Theilung begriffenen Zellen des Innern, deren obere, unter den Mantellagen gelegene, man als Initialen des Pleroms im Sinne Hanstein's deuten kann. — Im Scheitel von *Heterocentron roseum* (2, 1) sind ebenfalls etwa drei Mantellagen zu verfolgen, doch kommen selbst schon in der zweiten Horizontal-Wände vor[1]). — Der kleine Vegetations-Punkt von *Medinilla Sieboldii* (1, 9) lässt deutlich zwei continuirlich verlaufende Mantellagen erkennen; die dritte ist schon unregelmässig. Dasselbe gilt von dem kleinen Scheitel des Achsel-Sprosses von *Medinilla farinosa* (2, 7). Sowohl im ältern, wie im jüngern Spross ist im Innern eine kleine, in lebhafter Theilung begriffene Initial-Gruppe vorhanden.

---

1) Als ich die vorliegende Untersuchung schon vor längerer Zeit im Laboratorium des Herrn Professor Pringsheim begann, verfertigte ich unter anderen ein Präparat, das einen von den normalen völlig abweichenden Bau hatte. Der Scheitel dieses Vegetations-Punktes, der, wie es schien, eben die ersten Blüthen-Organe anzulegen im Begriff war, wurde eingenommen von einer Zelle, welche nicht unerheblich grösser war als die Nachbar-Elemente, und die nach Art echter Scheitel-Zellen spitz in das darunter liegende Gewebe vorragte. Die auf ihrer rechten Seite befindliche Zelle war nicht viel kleiner, als sie selbst, ragte ebenfalls spitz hinab, und wäre vielleicht, wenn man die frühere als Scheitel-Zelle aufgefasst hätte, nebst dem unter ihr liegenden kleineren Element als Segment-Zelle zu deuten gewesen (2, 3). — Später vielfach angestellte Bemühungen, weitere derartige Bilder zu erhalten, blieben erfolglos. Die Spitzen aller untersuchten vegetativen Sprosse haben, wie aus Längs- und Flächen-Ansichten (3, 5) hervorgeht, übereinstimmend den oben beschriebenen Bau; Ausnahmen davon wurden nicht wieder beobachtet. — Ebenso ergab die Untersuchung junger Blüthen-Anlagen, dass der für vegetative Sprosse normale Bau auch bei ihnen vorhanden ist. und dass, — wenigstens gilt dies soweit, als ich gesehen, — eigentliche Scheitel-Zellen nicht vorkommen.

Beim Beginn der Blattbildung gewahrt man die ersten Theilungen zur Herstellung des Hügels in der äussersten Periblem-Lage; an seiner weiteren Ausbildung nehmen dagegen auch die tiefer gelegenen Schichten Theil. Ueber den ganzen Hügel zieht sich das Dermatogen continuirlich hinweg. — Die Form verschiedener junger Blatt-Anlagen erhellt aus den Figuren 1 und 3 auf Taf. 1, 1 auf Taf. 2 und 1 auf Taf. 3. Das Gewebe der jungen Hügel bietet vielfach sehr instructive Bilder; so z. B. die am Vegetations-Punkte von *Heterocentron roseum* in Fig. 1 auf Taf. 2. Dem vorwiegenden Längen-Wachsthume derselben entsprechend haben die meisten der jungen Wände eine dazu senkrechte Richtung; in allen ist das Hinarbeiten nach einem gemeinschaftlichen Ziele klar ausgesprochen.

Wie erwähnt, überzieht das Dermatogen gleichartig die jungen Blatthügel, und es nimmt in der Regel auch im weitern Verlaufe an der Bildung des Innengewebes derselben keinen Antheil. Nur zwei *Medinilla*-Arten machen hiervon eine Ausnahme. Bei beiden, *Med. magnifica* und *Sieboldii* führt die Oberseite der Blätter unter der Epidermis eine Gewebeschicht, welche dem »Wassergewebe« Pfitzer's[1]) in allen Stücken entspricht. Bei der erstgenannten Pflanze erreicht dieselbe in dem mittleren Theile des Blattes eine Stärke von 8—9 Zelllagen, bei der zweiten etwa 3—5; nach dem Rande hin nehmen diese Zahlen etwas ab. Von dem Chlorophyll führenden, kleinzelligen sogen. Pallisaden-Parenchym der Unterseite des Blattes ist das Wassergewebe scharf abgesetzt. Seine innersten Zellen haben einen beträchtlichen Umfang; nach aussen werden sie allmälig kleiner. Alle führen einen wasserhellen Inhalt. — Die Epidermis über diesem Gewebe zeigt nicht die gewöhnlich zu beobachtende streng regelmässige Anordnung; ihre Zellen zeigen nicht überall gleiche Grösse, und hin und wieder gewahrt man in ihnen tangential gerichtete Wände. — Schon diese Thatsachen führen zu der Vermuthung, dass das Innengewebe mit der Epidermis in einem genetischen Zusammenhang stehe, und die Entwicklungs-Geschichte bestätigt diese Vermuthung vollkommen. — Sobald die junge Blattanlage eine mässige Höhe erreicht hat, beginnt sie in ihrem mittleren und unteren Theile, sich bauchig vor- und über den Vegetations-

---

1) E. Pfitzer, Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen. III. Pringsheim's Jahrbücher, Bd. VIII, S. 26 ff.

Punkt zu wölben. An der diesen Process verursachenden Zelltheilung ist in hervorragender Weise die Epidermis betheiligt. Die Elemente derselben theilen sich anfangs tangential (3, 2) und dann weiter in unregelmässiger Weise radial und tangential, derart, dass die einen in der Theilung voraneilen, die andern zurückbleiben, und daher eine sehr verschiedene Höhe haben (2, 8). In der Regel lässt sich die Convergenz der auf die beschriebene Weise entstandenen Zellreihen in einzelne und ganz am Grunde des Blattes in eine einzige, die Epidermis-Zelle (2, 8)[1]), deutlich verfolgen, und dadurch um so leichter auf ihren Ursprung schliessen. — Einzelne Zellen der Oberfläche wachsen zu Haaren aus, ein Vorgang, der dadurch interessant wird, dass die Haar-Mutterzellen in Folge der verschieden lebhaften Theilung eine ganz verschiedene Grösse haben können. (Vergl. die Haar-Anlagen in Fig. 8 auf Taf. 2 bei *a* und *b*.)

Die eben beschriebenen Verhältnisse finden nur bei den genannten beiden Arten statt; alle übrigen verhalten sich normal.

Es wäre hier nun noch mit einigen Worten der Trichom-Bildungen zu gedenken, die in unsrer Familie in einem Reichthum und in einer Verschiedenheit auftreten, dass sich leicht eine vollständige Scala von den einfachsten zu den complicirtesten Gebilden herstellen liesse. Es lag nicht im Bereich meiner Aufgabe, hierauf specieller einzugehen, und ich will mich daher mit einigen kurzen Bemerkungen begnügen.

Von den einfachen, echten Trichom-Bildungen, welche aus Epidermis-Zellen ihren Ursprung nehmen, sind in den Abbildungen von Vegetations-Punkten auf Taf. 1, 2 und 3 einige dargestellt. Am auffallendsten geformt sind die von *Medinilla farinosa* (3, 1). Sie stellen im fertigen Zustande reich verzweigte baumartige Bildungen dar, ähnlich wie sie Hanstein[2]) bei *Platanus* beobachtete. (Vergl. dessen Abbildungen auf Taf. XII, Fig. 96—102.) Bei der Entstehung dieser, wie der verwandten Gebilde theilt sich eine Epidermis-Zelle durch eine geneigte Wand; das grössere der so entstandenen Elemente wölbt sich über

---

1) In dieser Figur ist die Grenze zwischen dem jugendlichen wasser- und chlorophyllhaltigen Parenchym durch eine stärker gezogene Linie angedeutet, die aber in der Natur nicht so scharf ausgeprägt ist.

2) J. Hanstein, Ueber die Organe der Harz- und Schleim-Absonderung in den Laub-Knospen. Botan. Zeitung 1868, S. 749.

seinen Nachbarinnen vor, wächst rasch, und zwar meist einseitig, in die Länge und theilt sich dann durch eine der Längsaxe parallel gerichtete Wand. An diese und die Seitenwände setzen sich nun beim weiteren Wachsthum verschieden gerichtete Wände je nach der Form, welche das fertige Trichom haben soll. Es kann der Stiel aus einer oder zwei Zellreihen bestehen; so ist er bei den Drüsen-Haaren mit lang keulenförmigem Secretions-Organ von *Heterocentron diversifolium* fast regelmässig zweireihig und spiralig gedreht. — Von diesen einfachsten Bildungen sind diejenigen borstenartigen Drüsen-Haare verschieden, an deren Herstellung mehrere Epidermis-Zellen betheiligt sind. Bei anderen Borsten nimmt an der Anlage ausser den Epidermis-Zellen eine Periblem-Zelle unter jenen Theil. Daneben kommen, wie ich glaube, noch solche Fälle vor, in denen die Bildung der Borste von einer Gruppe von Periblem- und den darüber gelegenen Epidermis-Zellen eingeleitet wird. Doch wurden diese Vorkommnisse nicht eingehender studirt.

3. Entwicklung der Gewebe auf dem Querschnitt. — Kork-Bildung. — Radial-Reihung der Holz-Zellen.

Entwicklung der Gewebe auf dem Querschnitt.

Nachdem ich an einem andern Orte[1]) eine kurze Uebersicht der verschiedenen neueren Anschauungen über die Entwicklung der Stamm-Spitzen höherer Pflanzen gegeben habe, erscheint es überflüssig, hier noch einmal auf diesen Gegenstand einzugehen. Ich verweise daher auf das dort Angeführte, und begnüge mich mit einem Nachtrag über das inzwischen Erschienene.

Die früher von Sanio ausgeführten Untersuchungen an Spross-Spitzen phanerogamer Pflanzen, deren Richtigkeit von Russow bestätigt wurde, sind in neuerer Zeit von Schmitz[2]) wiederholt, und

---

1) Beiträge zur Morphologie und Anatomie der *Rhipsalideen*. Jahrbücher f. wissensch. Botanik, herausgeg. von Pringsheim. Bd. IX, S. 434 ff.

2) Beobachtungen über die Entwicklung der Spross-Spitze der Phanerogamen. I. Habilitationsschrift. Halle, 1874.

dabei theilweise einer Kritik unterzogen worden. Was besonders die erste Differenzirung der Gewebe anlangt, so kommt dieser Untersucher zu einem abweichenden Resultat. Nach seinen bis jetzt vorliegenden Beobachtungen an *Ephedra, Menispermum canadense* und *Berberis vulgaris* ist die Sanio'sche Unterscheidung in Urmark und Aussenschicht nicht haltbar. Zwar ist ein Unterschied vorhanden, allein er ist zu gering, um eine Einführung eigner Namen zu rechtfertigen; auch geht die innere etwas grosszelligere Schicht ganz allmälig in die äussere kleinzelligere über. Ein Verdickungsring im Sinne Sanio's ist nicht zu beobachten. Unter den jungen Blatt-Anlagen entstehen Procambium-Stränge, und zwar nicht, wie Sanio und Russow wollen, in der Aussenschicht, dem Periblem Hanstein's, sondern dem Plerom. Doch lässt Schmitz es dahingestellt, ob nicht manchmal an der Grenze Periblem-Elemente an der Herstellung der Procambium-Bündel theilnehmen.

Die von Sanio und Schmitz behandelten Pflanzen sind von mir bisher nicht untersucht worden, und ich habe daher auch über die dort stattfindenden Verhältnisse kein eignes Urtheil. — Für die *Rhipsalideen* habe ich mich auf Grund eingehender Beobachtungen in den hauptsächlichsten Punkten auf die Seite Sanio's stellen müssen. Bei diesen Pflanzen ist die im Urmeristem zuerst auftretende Differenz zwischen innerem und äusserem Gewebe ziemlich beträchtlich und mit Leichtigkeit wahrzunehmen; beide gehen allmälig in einander über. Auch der Sanio'sche Verdickungsring ist dort, zumal bei den alaten Formen, mit Bestimmtheit zu beobachten; ebenso, dass er der Aussenschicht angehört. — Im Uebrigen sind die Gesammt-Verhältnisse, entsprechend der anomalen Form des Stammes, dort sehr abweichend, und es entsteht die Frage, wieviel auf Rechnung dieses Umstandes zu setzen sei.

Aeltere wie neuere Untersuchungen haben mich allmälig zu der Ueberzeugung geführt, dass eine allgemein geltende Regel für die Gewebe-Entwicklung in den Stamm-Spitzen der Phanerogamen nicht vorhanden ist[1]). Sobald es feststeht, dass zwischen den verschiedenen

1) Abgesehen von dem vielleicht allgemein verbreiteten Vorkommen einer äusseren Schicht, dem Dermatogen, gegenüber dem von ihr umhüllten inneren Gewebe.

Histogenen der Spross-Spitzen scharfe Grenzen nicht vorhanden sind, dass die Gefässbündel bald in einem Ringe, bald in kreisförmiger Anordnung isolirt entstehen, dass sie bald im Mark, bald in der Rinde gebildet werden, — und alles dieses sind feststehende Thatsachen, — muss das Suchen nach einer allgemeinen Regel aufhören. Jede heutige morphologische Stammform, die wir als das Endresultat einer ungeheuren Summe von inneren und äusseren Einflüssen auf eine einstige Urform betrachten, hat ihre eigne Struktur und diese ihre eigne Entwicklung. Beide können einander bei verwandtschaftlich näher oder ferner stehenden Formen gleichen, aber auch gänzlich von einander abweichen. — Auch in diesem Gebiet wird sich die Wahrheit der sonst in der Morphologie jetzt herrschenden Anschauung geltend machen, dass äusserlich und funktionell gleiche Gebilde einen morphologisch ganz verschiedenen Werth haben können.

Wegen des gänzlich abweichenden Stammbaues versprach die Untersuchung der Entwicklung der Stamm-Spitze unsrer Pflanzen nicht uninteressante Beziehungen zu ergeben, und es war dies der hauptsächlichste Gesichtspunkt, von dem diese Arbeit ausging. Vor Allem bedurfte die Entstehung der Mark- und Rinden-Stränge, und das dadurch bedingte morphologische Verhältniss der letzteren zu den Bündeln des Normal-Kreises, einer eingehenden Untersuchung. Die Resultate, welche sich aus dieser ergeben haben, sollen im Nachfolgenden mitgetheilt werden.

Von den meisten der früher angeführten Arten stand das zur Untersuchung der Stamm-Spitze auf successiven Querschnitten erforderliche Material in hinreichender Menge nicht zur Verfügung. Nur von einigen *Heterocentron*- und *Centradenia*-Arten war eine genügende Anzahl von Spitzen vorhanden, und es wurden diese daher in erster Linie zu Untersuchungs-Objecten gewählt. Nachdem an ihnen die leitenden Gesichtspunkte gewonnen waren, konnte die Untersuchung anderer Arten kürzer und mehr vergleichbar ausgeführt werden. Es ergab sich hierbei, dass die wesentlichen Momente der Entwicklung überall die gleichen sind.

Heterocentron diversifolium.

Zu einem genauen Verständniss des Nachfolgenden ist die Kenntniss des Gefässbündel-Verlaufs dieser Pflanze erforderlich. Da dieser

aber erst später im Zusammenhange erörtert werden kann, so muss ich mich hier damit begnügen, auf das dort Gegebene zu verweisen.

Nach dem früher über das Wachsthum des Scheitels Gesagten ist klar, dass je nach dem Entwicklungs-Stadium, das man getroffen, die Querschnitte etwas verschiedene Bilder ergeben müssen. Je nach der grösseren oder geringeren Stärke, welche die jungen Blattanlagen erreicht haben, wird auch das darunter im Innern entstehende Procambium stärker oder schwächer entwickelt sein. Zum eingehenderen Studium ist daher die Untersuchung einer grösseren Anzahl von Spitzen erforderlich. — Das im Nachfolgenden Gesagte bezieht sich auf die ausgewählte Schnittreihe einer Spitze, deren letztangelegtes Blattpaar eben das jüngste Entwicklungs-Stadium überschritten hatte.

Der erste Schnitt hat den Scheitel abgehoben; der zweite die Spitze in einer Höhe getroffen, in welcher das Gewebe der Blattanlagen völlig mit dem des Stammes vereinigt ist, und die Blattansätze nur noch als leichte Vorsprünge zu erkennen sind. Das Ganze hat einen elliptischen Umriss. Das Zellnetz dieses Querschnittes bietet folgendes Bild dar. Die grössten und am weitesten entwickelten Elemente liegen in der äussersten Zone der Blattvorsprünge, an den Enden der grossen Axe der Ellipse; ihr Inhalt ist etwas dunkler, als der der übrigen Zellen. Das ganze innere Gewebe ist an allen Punkten in sehr lebhafter Theilung begriffen. Die innersten Elemente am Orte des später auftretenden Markes unterscheiden sich kaum von den weiter auswärts gelegenen; die eben aufgetretenen jungen allseits gerichteten Wände haben noch keine gleichmässige Form derselben zu Stande kommen lassen. Die in Richtung des kleinen Durchmessers der Ellipse näher an der Peripherie befindlichen Zellen sind nur dadurch verschieden, dass die grössere Anzahl der eben aufgetretenen jungen Wände eine tangentiale Richtung hat. — Unter jedem Blattvorsprunge, etwa vier Zellenlagen von der Peripherie entfernt, treten die ersten Theilungen auf, welche die Bildung des Procambiums einleiten. Jede der beiden Gruppen besteht aus etwa sechs sehr kleinen Elementen, welche aber gegen das umgebende Gewebe nichts weniger als scharf abgesetzt sind; der Umriss der Gruppen ist ein rundlicher.

Geht man nun um etwas weiter hinab, so gewahrt man, wie jedes der kleinen Bündel rasch an Grösse zunimmt, seine rundliche Gestalt aber noch behält. (Das Präparat wurde nicht abgebildet;

doch entspricht ihm der in Fig. 3 auf Taf. 3 gegebene Zustand einer andern Spitze; Fig. 6 Taf. 3 stellt einen um wenig älteren Zustand dar.) Die innersten Zellen des Querschnitts nehmen eine regelmässiger polyëdrische Gestalt an; die Theilungen werden spärlicher, und es treten zwischen ihnen kleine Intercellular-Räume auf. Das ganze übrige Gewebe verharrt in lebhaftester Theilung. — Nun tritt, gekreuzt mit dem jüngsten, das höher gelegene Blatt des zweiten Paares an den Stamm. Dicht über seiner Ansatzstelle sind die auf die junge Epidermis folgenden Zellenlagen des Stammquerschnitts in reger Theilung durch Tangential-Wände begriffen. Auf dieser Höhe beträgt die Zahl der jungen Markzellen, wenn man die vom Centrum am weitesten entfernten kleinsten mitrechnet, im grossen Durchmesser etwa 9, im kleinen gegen 7, die der peripherischen Lage etwa 4 Zellen.

In den nun folgenden Entwicklungs-Stadien nehmen die Zellen des jungen Markes eine immer regelmässigere Form an; auch wächst ihre Grösse derart, dass sie sich jetzt scharf von den peripherischen Lagen des Querschnitts abheben. Die wichtigste Veränderung geht mit den Procambium-Bündeln vor sich. Es bilden sich nämlich von ihnen aus je zwei Streifen kleinzelligen Gewebes, welche, parallel der Peripherie des Stammes verlaufend, und von dieser durch 4—5 Zelllagen (das Dermatogen mitgerechnet) getrennt, nunmehr definitiv eine innere Partie, das Mark, von einer äussern, der Rinde, trennen (3, 4). Diese beiden halbkreisförmigen Gewebestreifen, welche mit ihren Concavitäten einander zugekehrt sind, haben in ihrer Mitte, an den Orten der ursprünglichen Bündel, eine wenig grössere Stärke, an den übrigen Stellen 2—3 Zellenlagen Breite. Ihr Gewebe ist, wie das der voraufgehenden Bündel, weder auf der äusseren noch auf der inneren Seite von den angrenzenden Zellen scharf abgesetzt. Vor den Zutrittsstellen der Blätter des neuen Paares verlaufen sie ganz allmälig; sie sind hier durch Zellschichten getrennt, welche der Rinde angehören, und in lebhafter Tangential-Theilung begriffen sind (vergl. Fig. 4 und 7 auf Taf. 3; in ersterer tritt zunächst nur das eine Blatt an den Stamm; ferner den entsprechenden Zustand bei *Heterocentron roseum* in Fig. 9 auf Taf. 3.

Nunmehr vereinigt sich auch das Gewebe der Basis des andern Blattes des zweiten Paares mit dem des Stammes. Der ganze Querschnitt nimmt dadurch eine fast parallelogrammatische Gestalt an,

deren Längsrichtung gekreuzt ist mit der grossen Axe der Ellipse unter dem jüngsten Blattpaar. Die Ansatzstellen der Blätter sind auf beiden Seiten gekennzeichnet durch schwache Vorsprünge. Im Gewebe jedes Blattwulstes findet sich ein zarter Procambium-Strang, der von der Epidermis durch mehrere Lagen grösserer und weiter entwickelter Zellen getrennt ist. Was schon auf dem entsprechenden Querschnitt unter dem jüngsten Blattpaar zu beobachten war, fällt hier noch mehr in die Augen: die Zellen der Blattbasen am Stamm eilen den innern Elementen in der Entwicklung voraus. — Allmälig biegen nun die Bündel immer mehr einwärts; die Bildung kleinzelligen Gewebes greift von den früher beschriebenen Streifen aus immer weiter um sich, bis schliesslich mit dem Eintritt der beiden Bündel ein vollständig geschlossenes Ganzes hergestellt ist. Inzwischen hat das Gewebe desselben an Grösse etwas zugenommen (3, 8); dagegen sind die früher in der Mitte der Streifen vorhandenen schwachen Vorsprünge jetzt verschwunden; an den blattfreien Seiten ist die kleinzellige Gewebe-Zone überall gleich stark, und durchschnittlich 2—3 Zellenlagen breit. Auf dem Querschnitt, welcher die letztbeschriebenen Verhältnisse zeigt, hat das Mark im grossen Durchmesser etwa 12—13, im kleinen 9—10 Zellen, welche vereinzelt in Theilung begriffen sind. Die Rinde zählt im Radial-Durchmesser etwa 4—5 Lagen von Elementen, die etwas kleiner sind, als die Mark-Zellen, zarte Wände führen, und überall rege Theilung zeigen. Während auf dem vorhergehenden Schnitt die beiden Blattbündel noch keine Spiralgefässe führten, ist auf dem eben beschriebenen in beiden je ein einziges vorhanden, von denen das eine offenbar eben seine Wandverdickung begonnen hat. In ihren äusseren Theilen führen beide Bündel kleine Siebröhren.

Auf den folgenden Schnitten werden die Verhältnisse nur wenig geändert. Die parallelogrammatische Form des Querschnitts geht in eine immer mehr quadratische über; die Rinden-Zellen runden sich mehr und mehr ab, nnd die beiden Spiral-Gefässe in den Bündeln werden gleich gross. An den Seiten des Stammes, welche das letzte Blattpaar führten, gewahrt man in den innersten Rinden-Zellen, welche an den Ring grenzen, schon vereinzelt zarte Tangential-Wände. Die innerste der jedesmal entstehenden beiden Tochter-Zellen wird zu einem Element der Schutzscheide, mit deren Auftreten eine definitive Abgrenzung des Gewebes der Rinde von dem des Ringes hergestellt wird (4, 1 bei *s*).

Nun treten die Blätter des dritten Paares, und zwar das eine wieder etwas früher, als das andre, an den Stamm. Die Oeffnung des Ringes über den neu eintretenden Bündeln wird dadurch eingeleitet, dass seine Breite in der Mitte abnimmt, von drei Zellenlagen auf eine herabsinkt, und dass die hier befindlichen Elemente grösser werden. Dann wird die Continuität des Ringes in der Mitte unterbrochen, und die beiden seitlichen Lamellen beschreiben je eine bogenförmige Oeffnung nach Aussen, um den neu eintretenden Strang aufzunehmen. — Beide Blattbasen tragen in ihren Achseln die Anlagen von jungen Sprossen; jedes von ihnen führt jetzt drei Stränge, den medianen und die beiden lateralen 1. Ordnung. Während der erstere schon 9—10 Spiral-Gefässe besitzt, stellen die letzteren noch blosse Procambium-Stränge vor; von Gefässen ist auf dieser Höhe in ihnen noch nichts vorhanden. Beide Lateral-Stränge spalten sich in je zwei Schenkel, von denen der eine sich an den Median-Strang legt, während der andre einen wagerechten Verlauf zur Bildung der Horizontal-Brücke in der Rinde des Knotens beschreibt. An den blattfreien Seiten werden die Theilungen, welche die Schutzscheide herstellen, immer häufiger.

Da die in diesem Knoten stattfindenden Verhältnisse ein Licht werfen auf die Ungleichartigkeit in der Entwicklung correspondirender Bündel, so dürfte ein näheres Eingehen auf dieselben nicht überflüssig erscheinen.

Gleich nach dem Eintritt in den Ring (oder in andern Fällen noch während desselben) trennen sich die in der Blatt-Basis mit dem Median-Strang vereinigten Schenkel der Lateral-Stränge von diesem, beschreiben einen schwach bogenförmigen Verlauf, um dann nach unten zu biegen. Von den beiden Schenkeln führt nun der eine, rechts gelegene, ein Spiral-Gefäss, während der andre noch keines besitzt. In den beiden Rindenflügeln, welche der Stammseite dieses Blattes angehören, gewahrt man in einigen Zellen einzelne zarte Wände, die Einleitung zur Bildung der senkrecht verlaufenden Rinden-Stränge. Auf gleicher Höhe gewahrt man auch an vier Punkten im Mark in einzelnen Zellen zarte Wände, welche die Entstehung der Mark-Bündel einleiten. Auf die Entwicklungs-Geschichte der letzteren sowohl, wie der Rinden-Stränge, werde ich später genauer eingehen.

Auf den beiden nächsten Präparaten gewahrt man zunächst die Spaltung der beiden von oben kommenden Median-Stränge des zweiten

Blattpaares in je zwei Schenkel, von denen wieder jedesmal der eine bevorzugt ist. Der eine der stärkeren liegt rechts, der andre im gleichen Sinne links; es ist also keine Symmetrie vorhanden. Von den beiden bevorzugten Bündeln führt das eine drei, das andre ein Spiral-Gefäss; die beiden schwächeren besitzen deren keine. — Nunmehr treten auch die Stränge des zweiten Blattes vom dritten Paare in den Ring. Von den beiden seitwärts biegenden Lateral-Schenkeln ist diesmal der auf der linken Seite befindliche bevorzugt; er enthält Spiral-Gefässe, während der der rechten Seite noch frei davon ist. Die Entwicklung der correspondirenden Gefässbündel-Schenkel auf je zwei einander gegenüber liegenden Seiten des Stammes geht also nicht in symmetrischer Weise vor sich. — In allen vier Ecken des Stammes sind jetzt die Anlagen von Rinden-Bündeln vorhanden. Im Mark werden die ersten Horizontal-Stränge des Knotengeflechts angelegt; man gewahrt in einzelnen der grösseren und schon abgerundeten Zellen zwei oder drei Längswände (4, 18). Daneben finden sich die quer- und schiefdurchschnittenen Anlagen der senkrecht oder geneigt verlaufenden Bündel. — Krystall-Drusen sind in dem Knoten noch nicht vorhanden. Erst unterhalb desselben treten sie vereinzelt in einigen Zellen auf.

Unterhalb des Knotens mit den eben erörterten Verhältnissen bietet der Querschnitt ein übersichtliches Bild dar. Aus jedem Blatt sind drei Stränge in den Ring getreten, je ein stärkerer medianer und zwei schwächere laterale. An den alternirenden Seiten des Ringes finden sich je zwei Bündel, die Schenkel der Median-Stränge des zweiten Blattpaares. In den vier Ecken des Ringes ist von Bündeln noch nichts vorhanden; dagegen ist derselbe hier etwas stärker entwickelt; er besitzt an diesen Orten 3—4 Zelllagen im Radial-Durchmesser, während er an den übrigen Stellen nur 2—3 Schichten führt. — Ein innerer Phloem-Theil ist noch vor keinem Bündel des Ringes vorhanden; nur vor den Gefässen der beiden Median-Stränge liegen einige kleine zartwandige Elemente. — Im Mark finden sich die Anlagen von 5 Bündeln, von denen das eine eben in der ersten Entstehung begriffen ist. Keines der vier schon etwas weiter entwickelten führt Spiral-Gefässe; dagegen sind die ersten Siebröhren mit Sicherheit zu erkennen. — Jede der vier Ecken des Stammes ist mit einem jugendlichen Rinden-Bündel versehen.

Auf den nächstfolgenden Präparaten bleiben die beschriebenen Verhältnisse im Wesentlichen ungeändert. Nur treten in einer Markzelle zarte Wände auf, welche die Entstehung eines sechsten Mark-Bündels einleiten. — Dicht über der Zutrittsstelle des vierten Blattpaares sind zwar die Anlagen der vier Rinden-Stränge noch vorhanden, allein sie sind hier beträchtlich schwächer entwickelt, als unmittelbar unter dem dritten Blattpaar, und bestehen nur aus ganz wenigen Elementen. — Das eine der Lateral-Bündel 1. Ordnung aus dem dritten Blattpaar, welches kein Spiral-Gefäss führte, ist hier kaum noch zu erkennen; sein Ort ist nur durch eine kleine Siebröhre angedeutet.

Nunmehr treten die Basen der Blätter des vierten Paares an den Stamm, von denen wieder jede die Anlage eines Achsel-Sprosses führt. Zu den drei Strängen, welche sich in den Basen der Blätter des dritten Paares fanden, ist in den des vierten auf jeder Seite noch ein weiterer getreten, so dass jetzt die Vollzahl erreicht ist. In der Mitte ist jedesmal ein kräftiger Median-Strang vorhanden; auf jeder Seite von ihm liegt zunächst ein Lateral-Strang 1. Ordnung, der zwar schwächer entwickelt ist, als jener, aber doch schon ein Bündel Spiral-Gefässe führt; und hierauf folgt jetzt der Lateral-Strang 2. Ordnung, der noch einen zarten Procambium-Strang vorstellt. — In ihrem weiteren Verlauf verhalten sich die Median- und Lateral-Stränge 1. Ordnung, wie die entsprechenden Bündel des dritten Blattpaares. Die neu hinzugetretenen Lateral-Stränge 2. Ordnung vereinigen sich mit den auswärts biegenden Schenkeln der Lateral-Stränge 1. Ordnung und bilden mit diesen die horizontal und senkrecht verlaufenden Rinden-Bündel. Niemals tritt ein Lateral-Strang 2. Ordnung in den normalen Holzkörper. — Die Horizontal-Bündel in der Rinde des Knotens sind jetzt schon beträchtlich entwickelt, und führen ein kleines Bündel von Spiral-Gefässen.

Auf der Reihe successiver Querschnitte durch den Knoten gewahrt man nun, wie jedesmal der laterale Blattspurstrang des dritten Blattpaares und der nächstliegende der Schenkel des Median-Stranges vom zweiten Blattpaar sich mehr und mehr der zwischenliegenden Ecke nähern, und in dieser endlich verschmelzen. Während aus den beiden Blattbasen in der früher beschriebenen Weise je ein starker Strang eintritt, der sich aber alsbald wieder in drei Bündel spaltet, bildet auch jeder Median-Strang aus dem dritten Blattpaar zwei Schenkel,

die im Bogen abbiegen, und seitwärts von seiner bisherigen Richtung im neuen Internodium hinablaufen. — Einzelne der Bündel im Knoten-Geflecht des Markes führen schon Spiral-Gefässe. In den Parenchym-Zellen des Knotens treten zahlreiche Krystall-Drusen auf.

Mit den zuletzt beschriebenen Vorgängen im Knoten des vierten Blattpaares sind nun, was Zahl und Anordnung der Bündel des Normal-Ringes betrifft, die definitiven Verhältnisse hergestellt. Im Internodium unter diesem Knoten liegt in jeder Ecke des Ringes ein Bündel, der Sympodial-Strang, welcher aus der Verschmelzung des lateralen Blattspur-Stranges 1. Ordnung des nächst höheren Blattes und des zugewandten Schenkels vom Median-Strang des zweithöhern Blattes entstanden ist. Die vier Sympodial-Stränge sind noch klein, nehmen aber nach dem in jedem folgenden Knoten stattfindenden Zutritt zweier neuer Bündel rasch an Grösse zu, sodass sie hinsichtlich der Breiten-Entwicklung bald die stärksten Stränge des Querschnitts darstellen. — Jedem Sympodial-Strange liegen im vierten Internodium zwei Bündel zur Seite; auf der einen der eine laterale Blattspurstrang 1. Ordnung des einen Blattes vom vierten Paar, auf der andern der zugewandte Schenkel des Median-Stranges aus dem entsprechenden Blatte des dritten Paares. — Zu den 12 Strängen, welche somit vorhanden sind, kommen nun noch die Median-Stränge des vierten Blattpaares, sodass die normale Vollzahl von 14 erreicht ist. Von allen stellen bis jetzt noch die medianen Blattspurstränge die stärksten Bündel dar; sie besitzen einen; wenn auch bis jetzt nur schwach entwickelten, inneren Phloem-Theil, von welchem bei den übrigen Strängen kaum etwas zu sehen ist. — Das Mark führt jetzt 4 grössere Bündel mit je einem Spiralgefäss, 2 kleine ohne Gefässe, und ein erst eben in der Anlage begriffenes. In allen der ersteren finden sich Siebröhren. — Die Rindenbündel haben einen grösseren Umfang und schärfer umschriebenen Umriss erhalten, führen aber noch keine Spiralgefässe.

In den folgenden Internodien nehmen die Bündel rasch an Grösse zu; vor allen erreichen die Sympodial-Stränge einen beträchtlichen Umfang. Auf den Innenseiten der Bündel des Normal-Kreises entwickeln sich die inneren Phloem-Theile, ein Vorgang, bei welchem das Auftreten von Secundär-Wänden in den jungen Siebröhren unschwer zu verfolgen ist. — Im weiteren Verlauf entstehen in den Strängen des

Normal-Kreises in den ausserhalb der letztgebildeten grösseren Gefässe befindlichen Zellen zarte tangential gerichtete Wände, der Beginn der Cambium-Bildung. Zunächst bleibt diese auf die Bündel beschränkt; erst im folgenden Internodium setzt sie sich von den letzteren aus auf den Ring fort. Dieser besteht aus durchschnittlich zwei, hin und wieder drei Zellenlagen, von denen die Elemente der äusseren grösser sind, als die der inneren. Die Cambium-Bildung greift nun von den Bündeln aus in der innersten dieser Schichten um sich, und zwar verhältnissmässig rasch, sodass bald ein ununterbrochener Ring hergestellt ist. — Bald darauf entstehen aus den zartwandigen Elementen zwischen den Gefässen der Stränge die ersten Libriform-Zellen, und nicht lange hernach verdicken auch die innersten Elemente des Ringes ihre Wände, sodass nunmehr ein continuirlicher Holzring hergestellt ist.

Dem Vorstehenden, welches sich, wie früher erwähnt, auf die von einer Spitze hergestellte Reihe successiver Querschnitte bezieht, sind noch einige Bemerkungen nachzutragen.

Bei der Untersuchung zahlreicher Spitzen findet man, dass die Höhe, bis zu welcher die Differenzirung der innersten Zellen des Querschnitts, des »Urmarkes« Sanio's, reicht, nicht in allen Fällen genau dieselbe ist. Man gewahrt sie im einen Falle früher, als im andern, auch ist sie im einen schärfer ausgeprägt, als im andern. Ebenso reichen die schwachen Vorsprünge in den Mitten der kleinzelligen Streifen unter den jüngsten Blättern nicht stets gleichweit hinab. — Beide Thatsachen beruhen höchst wahrscheinlich nur auf dem Stadium der Entwicklung, in welchem jedesmal die jüngsten Blätter der zur Untersuchung gewählten Spitzen angelangt sind. Von demselben Umstande hängt es ab, ob die Basen der Blätter des zweiten Paares schon die ersten Anlagen der Lateral-Stränge 1. Ordnung führen, oder ob diese, wie in dem früher besprochenen Falle, noch nicht vorhanden sind.

Die Markbündel unsrer Pflanze, wie der *Melastomeen* überhaupt, sind echt endogene Bildungen. In der zu der oben erörterten Schnittreihe gehörenden Stammspitze fanden sich die ersten Anfänge schon dicht über dem Knoten des dritten, also im Internodium des zweiten Blattpaares. In andern Fällen trifft man sie erst im dritten Internodium. Ihre Entstehung geht in folgender Art vor sich. — In einer Markzelle, die sich sonst in nichts vor ihren Schwesterzellen aus-

zeichnet, gewahrt man zwei oder drei[1]) zarte Wände, denen sich rasch weitere nach verschiedenen Richtungen orientirte ansetzen. Auf diese Weise entsteht ein kleinzelliger Gewebe-Complex, welcher zuerst meist noch den Umfang einer Markzelle besitzt. Vergl. Fig. 6 auf Taf 4, a, b, c, d. Während die Elemente des Bündels durch weitere Theilung immer kleiner werden, bilden sich auch in einer oder mehreren der dem Complex benachbarten Markzellen zarte Wände, durch welche Elemente zur Vergrösserung des Bündels abgeschieden werden. Nach und nach geht der Umriss der ursprünglichen Mutterzelle verloren. — Von den Elementen des fertigen Stranges gewahrt man in dem jungen Bündel zuerst eine oder wenige kleine Siebröhren; später erst tritt ein Spiralgefäss auf, dem dann in den grösseren Strängen gewöhnlich noch einige weitere folgen. — Die Theilung geht in den zartwandigen Zellen des Bündels noch einige Zeit langsam von statten, bis sie endlich auf mittlerer Höhe des Stammes erlischt. Das Wachsthum der Markbündel ist ein begrenztes. — Die Entstehung der Markbündel eines Internodiums geht fast nie in genau gleicher Höhe vor sich. Die grösseren und in der Regel der Mitte näher liegenden entstehen gewöhnlich zu ungefähr gleicher Zeit, während die kleineren beträchtlich später angelegt werden können. — In der Anordnung der grösseren und kleineren Stränge auf dem Markquerschnitt herrscht übrigens keineswegs strenge Regelmässigkeit. Es können vielmehr kleine und grosse Bündel regellos untermischt sein.

Von den Markbündeln in mehr als einer Beziehung verschieden sind die Rindenstränge. Während jene rein endogene Natur haben, stellen diese Blattspurstränge dar. Sie bilden die Verlängerungen der äusseren Schenkel der Lateral-Stränge 1. Ordnung, mit welchen sich die Lateral-Stränge 2. Ordnung vereinigt haben. Sie wachsen aus den Blattbasen im Internodium hinab, bis sie auf die Horizontal-Stränge im folgenden Knoten treffen. Mit diesen vereinigen sie sich, und zwar meist unter rechtem Winkel. — Bei der Anlage der in verticaler Richtung verlaufenden Stränge gewahrt man meist gleich in mehreren Rindenzellen die einleitenden Theilungen, vergl. Fig. 2 auf Taf. 5, welche nach einer Anlage unter dem Knoten des dritten Blattpaares entworfen ist.

---

1) So lange es nur eine ist, hat man nicht immer Sicherheit, ob nicht bloss eine Theilung der Markzelle in zwei gleichwerthige Schwesterzellen vorliegt.

Durch Bildung weiterer Wände wird rasch ein kleinzelliger Gewebekörper hergestellt (5, 3), in welchem in der Regel auch bald eine oder einige kleine Siebröhren zu erkennen sind (5, 4, *s*). Nun entsteht das erste kleine Spiralgefäss, das nebst den nächst folgenden meist eine etwas excentrische Lage hat, und zwar befindet es sich in dem Theile des Bündels, welcher der Mediane des Blattes, aus welchem es stammt, abgewandt ist (5, 5, *sp*). Die dieser zugewandte Seite führt dagegen meist stets einen stärker entwickelten Phloem-Theil. Die später auftretenden grösseren Gefässe entstehen entweder in der Mitte des Stranges, oder es wird diese von dünnwandigen Elementen eingenommen, um welche sich jene gruppiren. Rings um die Gefässe wird im weitern Verlaufe ein Cambium-Ring hergestellt. Dann beginnt, und zwar gleichzeitig mit der in dem Normal-Kreise, die Bildung des Libriforms. Auch diese tritt zunächst wieder einseitig in dem der Mediane des eignen Blattes zugekehrten Theile auf, um sich von hier aus rasch fortzusetzen, und auf der andern Seite des Kreises zu schliessen. — Der wirklich gefässbündelartige Charakter der Rindenstränge tritt nur in ihrem Ursprunge und in den ersten Entwicklungs-Stadien hervor; später wird er immer mehr verwischt, bis endlich alle Eigenschaften eines kleinen Holzkörpers vorhanden sind. Doch lässt sich das Eigenthümliche der ersten Entwicklungs-Vorgänge in den meisten Fällen auch noch am fertigen Strange erkennen; es ist der Phloem-Theil auf der einen Seite etwas stärker entwickelt, und die engeren Spiralgefässe liegen einseitig von der Mitte des Körpers. In Fig. 6 auf Taf. 5 tritt das Gesagte in nicht gerade ausgeprägter Weise in die Erscheinung, doch ist es auch hier noch mit Sicherheit zu erkennen.

Ihrem morphologischen Werthe nach völlig gleich mit den verticalen sind die horizontal verlaufenden Rindenstränge im Knoten, doch weichen sie, wie schon früher erwähnt, in ihrem sonstigen Verhalten davon ab. Die ersten, ihre Herstellung einleitenden Theilungen treten etwas früher auf, als die der vertical gerichteten. Von den Elementen des fertigen Bündels gewahrt man zuerst kleine Siebröhren, und zwar wieder einseitig auf der dem Stamm zugewandten Seite. Dann treten im Innern des Stranges, ein wenig auswärts von der Mitte, die ersten Spiralgefässe auf, zu denen sich bald weitere gesellen, welche die ganze Mitte des Bündels einnehmen. Libriform wird hier nicht erzeugt. Tritt auch anstatt dessen eine grössere Zahl von Gefässen auf,

so erreichen diese Bündel doch nie die Stärke der vertical verlaufenden; auch behalten sie ihre bündelartige Natur fast vollständig bei.

Werfen wir nunmehr einen Rückblick auf die im Vorstehenden gegebene Darstellung der Entwicklungs-Vorgänge in der Stammspitze unserer Pflanze.

Eine erste Unterscheidung zwischen Urmark und Aussenschicht vor dem Auftreten von Procambium-Bündeln, wie sie von Sanio beschrieben und von mir selbst bei den *Rhipsalideen* beobachtet wurde, ist hier nicht wohl durchführbar. Sie wird erst mit der Entstehung der kleinzelligen Bündel möglich, aber auch dann ist anfänglich die Differenz nur wenig ausgesprochen. Die Anlage des Procambiums beginnt unter den jüngsten Blättern, und zwar in Form rundlicher Gruppen. Von diesen aus setzt sich zu beiden Seiten parallel der Stammoberfläche die Bildung des kleinzelligen Gewebes fort, schliesst jedoch nicht vor Eintritt der Bündel des zweiten Blattpaares zu einem Ring zusammen, sondern bildet erst nach Aufnahme dieser ein in Continuität verlaufendes Ganzes. Das Gewebe der ursprünglichen Gruppen ist von dem der Streifen nicht zu unterscheiden; in beiden Fällen ist es gleichmässig kleinzellig. Anfänglich zeigt es weder nach aussen, noch nach innen eine deutliche Abgrenzung; dann setzt es sich von den Zellen der jungen Rinde schärfer ab, ein Vorgang, der mit der Herstellung einer Schutzscheide in der letztern seinen Abschluss erreicht.

Die zuerst auftretenden Gruppen kleinzelligen Gewebes sind als die Anlagen der Median-Stränge der jüngsten Blätter aufzufassen. Wie oben erwähnt, sind sie im unteren Theile der Streifen in der Regel nicht mehr vorhanden, lassen sich aber sicher im nächsten Internodium nicht mehr wahrnehmen. Aus dieser Thatsache folgt mit Sicherheit, dass die jungen Stränge von dem Ort ihrer Anlage aus im Stengel hinab-, und in den Blättern hinaufwachsen. Nägeli und Hanstein, welche zuerst eine in diesem Sinne lautende Behauptung für die gemeinsamen Stränge aller Dikotyledonen aufstellten, gründeten ihre Annahme auf die erst später erfolgende Entstehung der Spiralgefässe, während die directe Verfolgung der Anlage des Procambiums derzeit noch unmöglich erschien. — Allein schon von Sanio wurde diese Möglichkeit dargethan, und soweit es die Wachsthumsweise der Bündel anlangt, im Sinne

der Genannten entschieden. Im Obigen ist ein neuer Beweis dafür geliefert. — Es erscheint um so weniger überflüssig, auf diesen Umstand hinzuweisen, als später von Frank[1]) für den Wachsthums-Modus der jungen Bündel von *Taxus* und *Quercus* ganz anders lautende Behauptungen aufgestellt wurden. — Wie ausserordentlich schnell aber das Wachsthum der Stranganlagen vor sich geht, lehrt der Vergleich der Procambium-Bündel des jüngsten mit den Strängen des zweiten Blattpaares. — Anfänglich ist nur die Anlage des Median-Stranges vorhanden; erst wenn sie zum Gefässbündel geworden ist, treten auf ihren Seiten die Lateral-Stränge 1. Ordnung als Procambium-Bündel auf, und nach Verlauf noch längerer Zeit gesellen sich zu diesen die Lateral-Stränge 2. Ordnung. Auf dem stammabwärts gerichteten Wachsthum der jungen Bündel und der zeitlichen Succession der Stranganlagen verschiedener Ordnung beruht das erst relativ späte Auftreten der Sympodial-Stränge in den Ecken des Querschnitts.

Sämmtliche Markbündel sind rein endogene Bildungen. Sie entstehen aus einer oder wenigen Markzellen durch rasches Zerfallen derselben in Bündelgewebe. Erst wenn ihre Anlagen vorhanden, wird der innere Phloem-Theil der Bündel des Normal-Ringes gebildet.

Anders die Rindenstränge. Sie gehen hervor aus den äusseren Schenkeln der Lateral-Stränge 1. Ordnung, mit denen sich die Lateral-Stränge 2. Ordnung vereinigen, und wachsen von der Blattbasis aus im Knoten horizontal und im Internodium abwärts. Ebenfalls gemeinsame Stränge, weichen sie doch gänzlich ab von den Rindenbündeln der *Sapindaceen*, deren Ursprung nach Nägeli's Darstellung in dem Urmeristem der Stammspitze zu suchen ist.

So bietet uns die Untersuchung der Vegetations-Spitze von *Heterocentron diversifolium* ein anschauliches Bild der Entstehung des complicirten Skeletts, welches der fertige Stamm darbietet.

Wie ich schon an andrer Stelle ausgeführt habe, kann die Beantwortung der Frage, ob, wie Nägeli will, die Procambium-Bündel zuerst entstehen, und der sie verbindende Ring als secundär aufzufassen sei, oder ob man vielmehr nach Sanio's Auffassung den letzteren als das Primäre, und die Stränge als in ihm entstanden zu betrachten habe, in manchen Fällen nur mit Schwierigkeiten kämpfen. —

1) Frank, Botan. Zeitung. 1864. S. 177 ff. und 405 ff.

Im vorliegenden Falle ist soviel sicher, dass das erste Auftreten des Procambiums in Form von Bündeln erfolgt, von welchen aus die Bildung der schmaleren Streifen beginnt. Die Verfolgung der ersten Theilungen zur Einleitung der Bündelbildung im Ringe, wie Sanio sie beschreibt, und ich selbst sie bei den stammeignen Strängen von *Lepismium radicans* und andern *Rhipsalideen* beobachtet habe, ist mir hier nicht gelungen. Stets war das ganze Bündel als Procambium aufzufassen, von welchem aus sich auf beiden Seiten Streifen gleichartigen Gewebes bildeten. In diesen bogenförmig gekrümmten Streifen waren die Bündel anfänglich als knotenförmige Anschwellungen sichtbar; etwas tiefer waren sie als solche meist nicht mehr erkennbar, und die Streifen überall ziemlich gleichartig ausgebildet.

Auch über die Frage, ob das Procambium dem Plerom oder dem Periblem Hanstein's angehöre, ist im vorliegenden Falle schwer eine Entscheidung zu treffen. Beide Gewebe gehen in einander über, und die jungen Bündel sind weder auf der äussern, noch auf der innern Seite scharf umgrenzt. Doch habe ich überall da, wo gut geführte Längsschnitte eine nur einiger Maassen sichere Deutung zuliessen, mich entscheiden müssen, ihre Anlage, wenigstens der Hauptmasse nach, dem Periblem, und nicht dem Plerom, zuzuerkennen.

Centradenia floribunda.

Die Entwicklung der Gewebe in der Stammspitze dieser Pflanze stimmt in allen Hauptzügen mit der bei *Heterocentron diversifolium* beobachteten überein.

Wie Fig. 1 auf Taf. 1 lehrt, bedürfen die jungen Blattanlagen erst einer beträchtlicheren Entwicklung, ehe unter ihnen im Stengel die Procambium-Bildung beginnt. — Von einer Differenzirung in Urmark und Aussenschicht im Sinne Sanio's konnte hier vor Anlage der Bündel ebenfalls nichts wahrgenommen werden. Fig. 5 Taf. 4 stellt die möglichst getreu copirte Hälfte eines Querschnitts vor Anlage der ersten Procambium-Bündel dar. Die Bildung des Procambiums hebt unter den beiden jüngsten Blättern in genau derselben Weise an, wie sie bei der zuletzt genannten Pflanzen beschrieben wurde. Die an den betreffenden Orten gelegenen Zellen zerfallen durch rasche Theilung in kleine Gruppen engzelligen Gewebes, welche einen rund-

lichen Umriss haben (4, 4). Gleichzeitig nehmen die innersten Zellen des Querschnitts eine etwas andre Beschaffenheit an, als die peripherischen. Sie werden etwas grösser, erhalten dunkleren Inhalt, und nehmen eine regelmässiger polyëdrische Form an, während die letzteren sich lebhaft, und zwar vorwiegend durch tangentiale Wände theilen, und kleiner bleiben. Im weitern Verlauf der Entwicklung bilden sich von den Bündeln aus in einer der früher geschilderten analogen Weise parallel der Stamm-Peripherie Streifen kleinzelligen Gewebes, welche sich auch hier erst mit dem Eintritt der Bündel des nächstfolgenden Blattpaares zu einem Ringe schliessen. Die Basen der Blätter dieses Paares führen je drei Bündel, das mediane, schon ein Spiralgefäss besitzende, und auf den Seiten desselben die beiden Lateral-Stränge 1. Ordnung, welche erst als zarte Procambium-Bündel vorhanden sind. Sie theilen sich in zwei Schenkel, von denen der innere sich mit dem Median-Bündel vor dessen Eintritt in den Ring vereinigt. Der letztere führt nun im Internodium des zweiten Blattpaares zwei einander gegenüber liegende Bündel mit je einem Spiralgefäss, während an den mit diesen alternirenden Stellen die ursprünglich vorhandenen knotenartigen Verdickungen verschwunden sind. Der Ring hat hier eine durchschnittliche Breite von 2—3 Zellenlagen. In einem etwas weiteren Stadium gewahrt man in den innersten Zellen die einleitenden Theilungen zur Bildung des einzigen markständigen Bündels. In der grossen Anzahl von Spitzen, welche untersucht wurden, habe ich die Anlage desselben nie im jüngsten, sondern stets im Internodium des zweiten Blattpaares wahrgenommen. Wie es scheint, beginnt die Bildung des verticalen Markbündels an dem Geflecht des dritten Knotens, um sich von hier aus aufwärts durch das Internodium fortzusetzen, und im nächsten Knoten durch Verzweigung an der Spitze das Bündelgeflecht desselben herzustellen, von welchem aus sich dann wieder ein neuer Internodial-Strang bildet. — In den Basen der Blätter des dritten Paares ist schon die Vollzahl von 5 Bündeln erreicht, deren Stärke, wie in den früher genannten Fällen, von ihrem relativen Alter abhängt. In einzelnen Zellen des Knotens finden sich schon grosse Krystall-Drusen. — Der Ring kleinzelligen Gewebes ist anfänglich weder auf der äussern, noch auf der innern Seite von dem angrenzenden Gewebe scharf abgesetzt; später gewinnt er zunächst auf der Aussenseite schärfere Umgrenzung, die auch hier wieder mit der Herstellung der Schutzscheide aus den inner-

sten Rindenzellen ihren definitiven Abschluss erlangt. Im jungen Stengel haben die Radial-Wände der Schutzscheide die bekannte dunkle Linie. — Die ersten Theilungen zur Anlage der horizontalen Rindenstränge gewahrt man schon im Knoten des zweiten Blattpaares. Die anfänglich kleine Zellgruppe nimmt durch weitere Theilung rasch an Grösse zu (4, 2), bis die erste Siebröhre auftritt, der bald weitere und das erste Spiralgefäss folgen. Der übrige Entwicklungsgang stimmt mit dem bei *Heterocentron diversifolium* beobachteten überein. — Die vertical gerichteten Rindenstränge werden meist erst etwas später, als die horizontalen sichtbar; gewöhnlich treten sie unter dem dritten Knoten auf. In der Regel ist auch bei ihnen das erste Spiralgefäss etwas einseitig gelegen, doch wird die eigentliche Bündelnatur, zumal bei den grössern Strängen manchmal schon früh verwischt. Holzbildung tritt in den Rindensträngen bald ein, bald nicht. Ausnahmsweise wurde ein Fall beobachtet, in welchem einseitig eine mächtige Libriform-Schicht erzeugt war, während die andre Seite kein Holz führte. Hier war die Bündelnatur sogar in dem späteren Entwicklungsgange völlig beibehalten worden.

Der fertige Stamm unserer Pflanze gewährt eine bei den *Melastomeen* nicht gerade häufig zu machende Beobachtung. Wenn der Holzkörper des Normal-Kreises eine grössere Stärke erlangt, dann werden die Zellen der Rinde in tangentialer Richtung gedehnt. Hat die Dehnung, welche natürlich mit Wachsthum verbunden ist, einen bestimmten Grad erreicht, dann treten in den betreffenden Zellen secundäre Wände auf, welche senkrecht gestellt sind zu der Richtung, in welcher die Dehnung stattfindet. Auf diese Weise entstehen in der Rinde jene kürzeren oder längeren tangentialen Zellreihen, welche, so weit mir bekannt, zuerst Nägeli genauer untersucht hat. Die bezügliche Zelltheilung wird von ihm in Rücksicht auf die wirkende Ursache in passender Weise als »passive« bezeichnet[1]).

Heterocentron roseum.

Auch bei dieser Art wurde die Entwicklung der Gewebe in der Stammspitze genau verfolgt, und in allen wesentlichen Punkten der

1) C. Nägeli, Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. Heft IV, S. 22.

von *Het. diversifolium* ähnlich gefunden. Der Beginn der Procambium-Bildung unter den jüngsten Blättern in Form kleiner Bündel, die allmälige Verbreiterung der letzteren zu schmalen Streifen kleinzelligen Gewebes (3, 9), der Schluss des Ringes durch die neu hinzutretenden Bündel, — Alles zeigt die gösste Uebereinstimmung mit dem dort Beobachteten, und braucht daher nicht näher erörtert zu werden. — Die Entwicklung des Markes geht in centrifugaler Richtung vor sich, und demgemäss im Allgemeinen auch die Entstehung und Ausbildung der in kräftigen Sprossen in beträchtlicher Zahl vorhandenen markständigen Bündel. Auf dem jungen Markquerschnitt gewahrt man in der mittleren Partie, und zwar meist gleichzeitig an mehreren Punkten, die einleitenden Theilungen in der früher besprochenen Weise. Die ersten Wände zur Bildung eines Bündels treten entweder zunächst in einer oder gleichzeitig in mehreren Markzellen auf. Um die ersten Theilungen gruppiren sich rasch weitere, bis ein kleines rundliches Bündel hergestellt ist. In diesem entstehen dann zunächst Siebröhren, und hierauf ein oder mehrere Spiralgefässe. — Während der Entwicklung der zuerst angelegten Bündel bilden sich ausserhalb derselben in kräftigen Stämmen noch weitere; es führen die mittleren schon Spiralgefässe, während die äusseren noch Procambium-Bündel darstellen. Doch gilt diese Regel nur ganz im Allgemeinen. Gewöhnlich gewahrt man auch zwischen den inneren, schon weiter vorgerückten Strängen solche, welche in der Entwicklung noch zurück sind.

Die ersten Theilungen, welche die Bildung der horizontal verlaufenden Rindenstränge einleiten, sind sicher im vierten Knoten zu beobachten. Etwas später gewahrt man die Anlagen der internodialen Rindenstränge. Der Entwiklungsgang derselben stimmt im Wesentlichen mit dem entsprechenden bei *Het. diversifolium* überein.

Die Schutzscheide, welche sowohl an der Peripherie des normalen Holzkörpers, als auch um die Rindenstränge angelegt wird, erhält schon früh einen bräunlichen Farbenton, und wird resistent gegen Schwefelsäure.

Ausser den im Vorstehenden besprochenen wurden die Stammspitzen noch einer Reihe andrer Arten der Untersuchung unterworfen. Bei allen wiederholten sich im Wesentlichen dieselben Züge, welche oben gekennzeichnet sind, und es erschien desshalb eine eingehendere

Erörterung derselben nicht nothwendig. — Von den *Medinilla-* und *Eriocnema-*Arten, die vielleicht einige nicht unerhebliche Modificationen darbieten, konnte leider nicht das zu einer eingehenden Untersuchung nothwendige Material beschafft werden.

Korkbildung.

Die Korkbildung der *Melastomeen* hat desshalb ein besonderes Interesse, weil sie zeigt, wie ein überall gleichen Zwecken dienendes Gewebe auch bei morphologisch nahe verwandten Pflanzen auf gänzlich verschiedene Weise erzeugt werden kann. — Es wurden drei verschiedene Formen der Erzeugung von Kork beobachtet.

Korkbildung in der Epidermis. — Dieser Modus kommt vor bei *Melastoma cymosum*. In den Epidermis-Zellen eines Stammes von entsprechendem Alter gewahrt man zarte, tangential gerichtete Wände, denen Radial-Streckung der Zellen und Auftreten weiterer Theilungen folgt (6, 11 bei *k*). In diesem Falle wird also nur etwa die halbe Epidermis-Zelle abgeworfen, und die ganze Rinde erhalten. — Dieselbe Art der Korkbildung findet statt bei *Centradenia floribunda*; doch werden, wenn Verletzungen vorkommen, auch Zellen der Rinde in den Korktheilungs-Process gezogen.

Korkbildung in der äussersten Rindenzellschicht. — Ist leicht zu beobachten bei *Medinilla farinosa*. Die unter der Epidermis befindliche Zellenlage der Rinde zeigt an ihren äusseren Wänden keine collenchymatische Verdickung, während diese an den inneren vorhanden ist. Die Einleitung zur Korkbildung geschieht durch zarte Wände, welche die Mitten der Zellen in tangentialer Richtung durchsetzen (6, 10 bei *k*). Hier werden die Elemente der Epidermis ganz und die der äussersten Rindenzellschicht zur Hälfte abgeworfen. — Die genannte Form der Korkbildung kommt ferner vor bei *Miconia chrysoneura*, doch greift sie unter Umständen auch hier in tiefer gelegene Rindenzellschichten ein.

Korkbildung in der äussersten Schicht des Cambial-Gewebes[1]. — Dies ist der am häufigsten vorkommende und zugleich interessanteste Modus. Als typisches Beispiel sei *Heterocentron roseum* gewählt. Die Anlage des Korkes findet hier schon in einem verhältnissmässig frühen

---

1) Unter Cambial-Gewebe ganz allgemein das Fascicular-Gewebe verstanden.

Alter des Stammes statt. Die Zellen der äussersten Schicht des Cambial-Gewebes sind meist etwas grösser als die nach Innen folgenden; sie lassen sich direct zurückführen auf die äussere Lage des früher besprochenen kleinzelligen Ringes, deren Elemente an der Bildung des eigentlichen Cambiums keinen Antheil nehmen. — In der bezeichneten Schicht wird die Korkbildung eingeleitet durch Auftreten von zarten Tangential-Wänden (6, 8 bei *k*), denen in jeder Zelle in centripetaler Richtung rasch eine zweite folgt, nachdem eine kurze Radial-Streckung der Elemente voraufgegangen ist. Gleich nach dem Auftreten der ersten Wände bilden sich an ihren Ansatzstellen kleine Intercellular-Räume, welche den nächstfolgenden fehlen (6, 8). Die Ansatzstellen der Tangential-Wände können in je zwei benachbarten Elementen auf genau gleicher Radial-Höhe stattfinden, oder sie können nur wenig von einander abweichen. — Durch die beiden neu aufgetretenen Wände ist die ursprüngliche Mutterzelle in drei Elemente zerfallen, deren äusseres und inneres grösser, das mittlere dagegen kleiner und von tangential verlängerter Gestalt ist. Diese ursprüngliche Form geht aber bald verloren. Während die äussere und innere der drei Zellen nach allen Richtungen gleichmässig an Grösse zunehmen, wächst die mittlere vorwiegend in radialer Richtung, ein Process, durch welchen ihre Form bald in eine quadratische oder parallelogrammatische übergeht, deren Längsrichtung mit dem Radius des Stammes zusammenfällt (6, 7 bei *a*). Diese mittlere Schicht charakteristisch tafelförmiger Zellen ist die erste, welche die Eigenschaften des Korkes erhält. Sie nimmt, ebenso wie die Schutzscheide, welche ihn übrigens schon vor ihrem Auftreten erhalten hatte, einen braunen Farbenton an, und wird resistent gegen Schwefelsäure. Die zwischen beiden befindliche Lage kleiner Elemente erhält diese Eigenschaft vorläufig noch nicht. Auf zarten Schnitten lässt sich auch ohne Anwendung von Reagentien die Cellulose-Natur der zu ihr gehörigen Wand-Lamellen deutlich erkennen, die unter Zuhülfenahme von jenen nur um so schärfer zu Tage tritt. Ja es gelang wiederholt, die Cellulose-Lamelle von der angrenzenden verkorkten auf mechanischem Wege vollständig zu trennen. Erst beträchtlich später nehmen auch diese Wände die Eigenschaften der Korkzellen an. — Die innerste der drei Schwesterzellen hat hinsichtlich ihrer chemischen Natur dieselben Eigenschaften, welche die äussere besitzt. Nimmt das Dickenwachsthum des Stammes zu, dann

können in ihr noch radial gerichtete Wände entstehen, während die beiden äusseren weder zu einer derartigen, noch überhaupt zu einer Theilung fähig sind. — Nachdem nach Herstellung der ersten tafelförmigen Korkzellen einige Zeit verflossen ist, beginnt in den innersten der drei Schwesterzellen die Tangential-Theilung von Neuem. Es folgen wieder schnell je zwei parallele Wände auf einander, deren äussere an den Ansatzstellen in der früher erörterten Weise kleine Intercellular-Räume erzeugen. Auch hier geht die anfänglich tangential verlängerte Gestalt der mittleren Zellen rasch in die quadratische über, sodass jetzt zwei Reihen grösserer tafelförmiger Korkzellen vorhanden sind, welche durch eine Lage von tangential gleich breiten, aber radial beträchtlich kürzeren Elementen getrennt werden. — In der beschriebenen Weise schreitet nun die Theilung in jedesmal der innersten von den drei Tochterzellen fort, und es erklärt sich auf diese Weise das Vorhandensein von mit einander abwechselnden Reihen grösserer und kleinerer Korkzellen.

Auf dem Längsschnitt gesehen, haben die Korkzellen verlängert parallelopipedische Form. In Fig. 7 auf Taf. 5 ist der äussere Theil des Cambial-Gewebes und die angrenzende Rinde dargestellt, *s* bedeutet die Schutzscheide, k_1 die äussere, k_2 die innere Schicht der grösseren tafelförmigen Korkzellen. Rechts von der Schutzscheide liegen zwei Lagen der theils längeren, theils kürzeren Rindenzellen.

Der eben erörterte Modus der Korkbildung kommt ausser bei *Heterocentron roseum* vor bei *Het. subtriplinervium*, *Melastoma heteromalum*, *Lasiandra Fontanesii*, *L. petiolaris* (6, 9) und *L. macrantha*. Doch ist nicht bei allen genannten Arten die Aufeinanderfolge von grossen und kleinen Zellen so regelmässig, wie bei *Heterocentron roseum*.

Die Rindenstränge gleichen auch darin dem normalen Holzkörper, dass sie im Stande sind, an ihrer Peripherie ebenfalls Kork zu bilden. Sehr regelmässig findet dies statt bei *Melastoma heteromalum*. Wie der Normal-Ring, so erzeugen hier auch die Rindenbündel an ihrem Umkreis Lagen von abwechselnd breiteren und schmaleren Korkzellen. Soweit ich beobachtet habe, beginnt die Bildung derselben stets an der dem Centrum des Stammes zugewandten Seite der Stränge.

Radial-Reihung der Holzzellen.

Die Holzzellen der *Melastomeen* zeigen allgemein eine auffallend regelmässige Anordnung in Radial-Reihen, ein Umstand, der Veran-

lassung gab, den Ursachen, welche dieser Erscheinung zu Grunde liegen, eingehender nachzuforschen.

Soweit mir bekannt geworden, sind bis jetzt zwei verschiedene Anschauungen über diesen Gegenstand veröffentlicht worden.

Die erste derselben rührt her von Sanio[1]). In seinen vergleichenden Untersuchungen über die Elementar-Organe des Holzkörpers constatirt dieser Autor die verschiedenartige Anordnung seiner Libriformfasern. Es können dieselben eine streng regelmässige Anordnung in Radial-Reihen haben, oder gänzlich regellos gelagert sein. Zwischen diesen beiden entgegengesetzten Fällen giebt es zahlreiche vermittelnde Stufen. Als Beispiele für den ersteren Fall dienen *Nerium Oleander, Rhus Typhina, Jatropha Manihot* u. A.; für den letzteren *Cytisus Laburnum, Caragana arborescens, Ulmus compestris suberosa, Tamarix gallica* u. s. w. Die Ursache dieser Verschiedenheit beruht in dem Verhältniss zwischen der Länge der Cambium-Zellen zu der der fertigen Holzzellen. Wachsen die ersteren bei ihrer allmäligen Umgestaltung in Holzzellen nur wenig in die Länge, dann bleibt die Radial-Reihung, welche im Cambium vorhanden ist, im Holz erhalten. Strecken sich dagegen die Cambium-Zellen während ihrer Verholzung stark in die Länge, schieben sie also ihre spitzen Enden weit an einander vorbei, dann kann keine Radial-Reihung zu Stande kommen, sondern es wird die Anordnung eine unregelmässige. — Den Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung liefern Messungen, welche an Cambium- und Libriform-Zellen vorgenommen wurden. So haben beispielsweise die Cambium-Zellen von *Rhus Typhina* eine mittlere Länge von 0,27 Mm., die Libriform-Zellen von 0,35 Mm. Die Differenz zwischen beiden ist nicht gross; um ihre definitive Länge zu erreichen, brauchen sich die ersteren nur verhältnissmässig wenig zu strecken, und desshalb wird die Radial-Reihung im Holz erhalten. Aehnliche Verhältnisse treffen wir bei *Hydrangea hortensis, Hamamelis virginica* u. A. — Auf der andern Seite besitzen die Libriform-Zellen von *Cytisus Laburnum* eine Länge von 0,94 Mm., während die Cambium-Zellen ungefähr sechsmal kürzer, nur 0,16 Mm. lang sind. Bei dem sehr bedeutenden Längenwachsthum, das die Cambium-Zellen bei ihrer Umbildung in Holz erfahren, kann hier daher keine regelmässige Anordnung zu Stande kommen; die

1) Botanische Zeitung, 1863 p. 107 ff.

Lagerung der Holzzellen wird eine völlig regellose. — Lehrreich ist *Clematis Vitalba.* Die mittlere Länge der Cambium-Zellen beträgt 0,22 Mm., die längsten Libriform-Zellen messen 0,55, die kürzesten 0,25 Mm. Die kürzeren gehören dem Herbstholze an und zeigen regelmässige Anordnung; die langgestreckten dagegen sind unregelmässig gelagert. Wie die Beobachtung lehrt, hat die grössere Länge der letzteren ihren Grund vorwiegend in der nachträglichen Zuspitzung der Enden der jungen Holzzellen.

Gänzlich verschieden hiervon ist die Auffassung Nägeli's[1]. Nach Hervorhebung des Umstandes, dass die Markscheidezellen sich hinsichtlich ihrer Lagerung von den Holzzellen verschieden verhalten, dass jene unregelmässige, diese regelmässige Anordnung in Radial-Reihen zeigen, äussert er sich hinsichtlich der diese Verschiedenheit veranlassenden Ursachen in folgender Art: »Das Gesetz heisst einfach, dass auf der innern Seite des Cambiumringes so lange ungeordnetes Dauergewebe gebildet wird, als die eingeschlossene Masse (das Mark) ihren Querschnitt noch beträchtlich vergrössert, und dass die reihenförmige Anordnung beginnt, sobald die Ausdehnung der eingeschlossenen Masse gering geworden ist oder aufgehört hat. Denn davon hängt das Verhältniss ab zwischen der Menge der Zellentheilungen in tangentialer und in radialer Richtung. Dieses Verhältniss aber bedingt die Anordnung der Zellen. Wenn in einem Gewebe das Wachsthum in zwei zu einander rechtwinkligen Richtungen gleich gross ist, so mangelt jede Andeutung von Reihen, wie z. B. auf dem Querschnitte des Markes. Umgekehrt ergiebt sich die vollständigste reihenförmige Anordnung, wenn nur in Einer Richtung Wandbildung und Wachsthum erfolgt. Beispiele hierfür geben uns der Holzring, wo die Zellen in radialen, und die ältere Rinde, wo dieselben in tangentialen Reihen liegen.«

Die Ursache für die regelmässige oder unregelmässige Anordnung der Holzzellen liegt also in dem Verhalten des Markes. So lange dasselbe sich ausdehnt, ist an seiner Peripherie eine Tangential-Spannung vorhanden, und diese lässt eine regelmässige Anordnung der Holzzellen in Radial-Reihen nicht zu Stande kommen. Sobald es dagegen sein Wachsthum eingestellt hat, hört jene Spannung auf, und

---

1) Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. Heft IV. Dickenwachsthum des Stengels und Anordnung der Gefässstränge bei den Sapindaceen pag. 14. ff.

in Folge dessen ordnen sich die nun entstehenden Holzzellen in radiale Reihen.

Nachdem so der Grund für die regelmässige oder ungeordnete Lagerung der Elemente des Holzkörpers gefunden ist, folgt alles Weitere von selbst. Das fernere Verhalten der Holzzellen-Reihen, die Spaltung derselben, wird von Nägeli mit der Klarheit und dem Scharfsinn erörtert, die wir an diesem Forscher gewohnt sind. Ich enthalte mich, hier näher auf seine Auseinandersetzungen einzugehen, und verweise in Betreff derselben auf sein Original.

Die wesentliche Differenz zwischen den Anschauungen der beiden Untersucher besteht nach dem Angeführten darin, dass Sanio die Ursache der verschiedenen Anordnung der Holzzellen in ihnen selbst, in ihrem eignen Wachsthum sucht, während Nägeli dieselbe ausserhalb der Holzzellen, in die Wachsthumsweise des Markes verlegt.

Es soll jetzt versucht werden darzuthun, dass keine der beiden Ansichten in der Form, wie sie von ihren Urhebern vorgetragen worden sind, Anrecht auf Allgemeingültigkeit hat, sondern dass nur in einer geeigneten Vereinigung beider die Lösung des Problems gefunden werden kann.

Zunächst ist klar, dass wenn die Annahme Nägeli's das wäre, was sie sein soll, nämlich ein Gesetz, sie keine Ausnahme zuliesse. Sobald das Wachsthum des Markes im Stengel erloschen wäre, müssten sich — vorausgesetzt, dass die Cambium- und Holzzellen annähernd gleiche Breite hätten und behielten, — nothwendiger Weise die Holzzellen in radiale Reihen ordnen. — Es ist aber mit Sanio das Vorkommen solcher Stämme zu constatiren, welche eine vollkommen regellose Lagerung der genannten Elemente aufweisen, trotzdem das Mark derselben schon früh sein Wachsthum einstellt. Aus der Reihe der früher genannten sei als besonders geeignetes Beispiel *Cytisus Laburnum* gewählt.

Wie eine grössere Reihe von Querschnitten ergiebt, schwankt die Grösse des Markdurchmessers in den verschiedenen Zweigen dieser Pflanze zwischen $1—1^1/_2$ Mm. Beispielsweise ergab die Messung von vier aufeinander folgenden Jahrgängen und eines sechsjährigen Zweiges folgende Verhältnisse:

	Gesammtdurchm. d. Zweiges.	Markdurchmesser.
1jähriger Zweig	2,5 Mm.	1,12 Mm.
2 » »	4 »	1 »
3 » »	6,5 »	1,5 »
4 » »	10 »	1 »
6 » »	12 »	1,1 »

Die Markzellen erreichen schon früh ihre definitive Grösse; ihre Wände verdicken sich mehr oder weniger und führen meist zahlreiche Tüpfel. An der Grenze zwischen dem Mark und dem Holzkörper findet sich eine Markscheide, welche aus derbwandigen, langgestreckten, unregelmässig geordneten Zellen besteht. Ueber den Gefässbündeln springt die Markscheide je nach der Stärke der letzteren verschieden weit ins Mark vor. — Der nun folgende Holzkörper besteht, abgesehen von den Gefässen und den Zellen der Markstrahlen, aus zweierlei Elementen. Die einen von diesen, welche die weitaus grössere Masse des Holzkörpers zusammensetzen, haben meist eine beträchtliche Länge und sind gewöhnlich mit lang und allseitig zugespitzten Enden versehen. Ihre Wände verdicken sich erheblich, so dass das Lumen manchmal völlig verschwindet; sie sind mit kleinen Tüpfeln spärlich besetzt. Im Ganzen gleichen diese Elemente also hinsichtlich ihrer Struktur den echten Bastzellen, und der Name Libriform-Zellen hat für sie seine volle Bedeutung. Es ist für dieselben charakteristisch, dass sie auf dem Querschnitt eine meist völlig regellose Lagerung erkennen lassen. Es kommen Stellen vor, an denen die grösseren der genannten Elemente auf kürzere oder längere Strecke in radialen Reihen auf einander folgen, allein fast stets beobachtet man dann, dass je zwei und zwei derselben durch kleinere Zellen getrennt sind, und zwar derart, dass der Breite einer grossen zwei oder drei kleine entsprechen. — Den zweiten Elementar-Theil bilden kürzere Zellen, deren Querwände meist weniger geneigt, manchmal gerade sind. Ihre Wände sind weniger verdickt, dagegen reichlich mit verschiedenen Formen der Tüpfelung versehen; auf dem Querschnitt haben sie einen dunklen Farbenton. Im Winter sind diese Zellen reichlich mit Stärke erfüllt und mögen desshalb einfach als stärkeführende Zellen unterschieden werden. Sie fallen auf dem Querschnitt besonders dadurch auf, dass sie stets in regelmässige Radial-Reihen angeordnet sind. Die grösseren oder kleineren Gruppen, welche sie innerhalb des Libriform bilden,

scheinen hinsichtlich ihrer Lagerung keiner bestimmten Regel unterworfen zu sein, sondern erscheinen bald mehr, bald minder häufig regellos in die Masse des letzteren eingestreut. — Der ganze Holzkörper ist umgeben von einer Cambium-Schicht, die eine Mächtigkeit von 3—5 Zellenlagen hat und deren Elemente streng regelmässige Anordnung in Radial-Reihen zeigen.

Der Stamm von *Cytisus Laburnum* hat also ein Mark, das sein Wachsthum schon früh einstellt, eine Cambium-Schicht, die regelmässig radial gereiht ist, und einen Holzkörper, dessen Elemente nur zum kleineren Theile regelmässig, zum grösseren dagegen unregelmässig geordnet sind. — Aus diesen Thatsachen folgt, dass die Ursachen für die Anordnung der Holzzellen nicht in der Wachsthumsweise des Markes beruhen können, sondern dass dabei andere Faktoren thätig sein müssen.

Es bieten sich nun zwei Wege zur Erklärung dar. Entweder theilen sich die Cambium-Zellen, indem sie zum Splint übertreten, in unregelmässiger Weise, — oder die jungen Splintzellen wachsen beträchtlich in die Länge und schieben dabei ihre spitzen Enden in regelloser Weise an einander vorbei. Beide Vorgänge würden eine ungeordnete Lagerung der Holz-Elemente nach sich ziehen.

Fassen wir den ersten dieser Wege näher ins Auge. In dem regelmässig radial gereihten Cambium sind die Radial-Wände stets etwas stärker, als die sehr zarten Tangential-Wände. Beim Uebertritt zum Splint hört dieser Unterschied auf, gleichzeitig tritt die unregelmässige Lagerung der Zellen ein. Sollte die letztere nur auf einer nachträglichen Theilung beruhen, so würde man jedenfalls die jungen Wände an ihrer grösseren Zartheit erkennen müssen. — Dies ist aber nicht der Fall. Es haben vielmehr die Wände aller jungen, sich unregelmässig ordnenden Splintzellen gleiche Dicke; ein Unterschied zwischen relativ älteren und jüngeren Elementen ist aus den Wanddicken nicht ersichtlich. — Weiter ist zu bedenken, dass, wenn eine Theilung in Zellen von so ungleicher Grösse, wie sie der Querschnitt darbietet, erfolgen sollte, wir entweder fertige Holzzellen von ebenso verschiedener Grösse erhalten müssten; oder zu der Annahme gezwungen würden, dass die in den Splintzellen auftretenden jungen Wände nicht nur nicht eine von der Längsaxe der letzteren beliebig weit abweichende Richtung, sondern ausserdem manchmal auf verschiedenen

Höhen ihres Verlaufs verschiedene Richtung haben müssten. — Die erstere dieser Annahmen trifft thatsächlich nicht zu. Wie der Vergleich zahlreicher durch Maceration isolirter Holzzellen ergiebt, sind zwar die Grössenunterschiede in der Weite derselben ziemlich beträchtlich, entsprechen aber nicht im Entferntesten den, welche dem Splint- resp. Holzquerschnitt nach vorhanden sein müssten. — Was die zweite Annahme betrifft, so hat sie in Anbetracht der sonst bekannten Natur der Cambium- und Splintzellen so viel Unwahrscheinliches, dass sie füglich ausser Acht gelassen werden kann.

Aus dem Angeführten ergiebt sich, dass wir auf Grund der direkten Beobachtung, wie weiterer Erwägung berechtigt sind, die Annahme einer nachträglich erfolgenden Theilung in den Splintzellen als Ursache der ungeordneten Lagerung der Holzzellen zurückzuweisen. Es bleibt also nur noch die zweite der Möglichkeiten, diejenige, nach welcher wir die Anordnung des Libriforms mit einem unregelmässig vor sich gehenden Spitzenwachsthum der jungen Splintzellen in causalen Zusammenhang zu bringen hätten.

Diese Annahme entspricht der Erklärung Sanio's, nur hat derselbe dabei einen Punkt übersehen. Es ist klar, dass die Anordnung der Holzzellen unregelmässig werden muss, sobald die Splintzellen ihre spitzen Enden in beliebiger, sowohl tangentialer, wie radialer Richtung an einander vorbeischieben; es ist aber eben so klar, dass auch bei starkem nachträglichem Spitzenwachsthum der Splintzellen völlig regelmässige Anordnung des Libriforms zu Stande kommen muss, sobald das Ausweichen der wachsenden Spitzen nur in einer Richtung, nämlich der tangentialen geschieht. — Dem ersteren Falle werden fertige Holzzellen entsprechen, welche allseitig gleichmässig zugespitzt sind; dem zweiten solche, deren Enden einseitig zugeschärft sind, die eine mehr keilförmige Gestalt haben. Im ersteren Falle wird der radiale wie der tangentiale Längsschnitt Holzzellen aufweisen, welche stets mit lang zugespitzten Enden ineinander greifen. Im zweiten Falle wird dies nur für den Tangential-Schnitt gelten, während auf dem radialen die Libriform-Zellen eine mehr oder weniger gestreckt parallelogrammatische Gestalt besitzen. — Dieser Voraussetzung entsprechen die bei unsrer Pflanze vorkommenden Verhältnisse in so weit, als der tangentiale und in gleicher Weise der radiale Längsschnitt Holzzellen aufweist, welche mit lang zugespitzten Enden unregelmässig in einander greifen.

Es ist also nicht bloss das Verhältniss der Länge der Cambium-Zellen zu der der Holzzellen[1]), welche die Anordnung der letzteren bedingt, sondern es kommt dazu noch als wesentlicher Factor die Wachsthumsweise der sich verlängernden Enden jener Elemente.

Die beim Uebergange der Cambium-Elemente in Holzzellen stattfindende wirkliche Verlängerung der ersteren beträgt nach Sanio's Messungen etwa das 6fache der ursprünglichen Länge der ersteren. Nach ihm[2]) messen die Cambium-Zellen 0,16 Mm., die Libriform-Fasern 0,94. — Diese Angaben kann ich im Allgemeinen bestätigen; nur ist zu bedenken, dass die Längen zumal der fertigen Elemente sehr verschieden sind. Die Cambium-Zellen finde ich durchschnittlich etwas länger als 0,16 Mm. Die Verlängerung derselben beim Uebergange zum Holz dürfte im Ganzen zwischen dem 4—6fachen von ihrer ursprünglichen Länge schwanken.

Ein Beweis für das Maassgebende des Spitzenwachsthums der Holzzellen auf ihre Anordnung folgt weiter aus dem ebenfalls schon von Sanio[3]) erwähnten Umstande, dass die parenchymatischen Elemente des Holzkörpers und die »Ersatzfasern« stets eine regelmässige Anordnung in Radial-Reihen zeigen. Dies ist auch bei unsrer Pflanze der Fall. Jene oben erwähnten Gruppen von kürzeren stärkeführenden Zellen, deren Querwände gerade oder nur schwach geneigt sind, sind, wie schon früher erwähnt, stets in streng regelmässige Radial-Reihen gelagert.

Nach dem Angeführten können wir uns also dahin fassen, dass die zum Splint übertretenden Cambium-Zellen ein sehr beträchtliches Längenwachsthum erfahren, und dass sie ihre spitzen Enden in beliebiger Weise unregelmässig an einander vorbeischieben; — Verhältnisse, welche eine ungeordnete Lagerung der Libriform-Zellen mit Nothwendigkeit nach sich ziehen.

---

1) Ueber das Verhältniss der Länge der Cambium-Zellen zu der der verschiedenen Elemente des fertigen Holzkörpers einer Reihe von Pflanzen vergleiche man auch: Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle. S. 162 ff. Doch ist dort auf den hier behandelten Gegenstand keine Rücksicht genommen.

2) Botan. Zeitung, 1863 pag. 109.

3) l. c. pag. 108.

Soviel über *Cytisus Laburnum*. Vergleichen wir nun damit den Bau des Holzes irgend einer Melastomee, z. B. *Heterocentron diversifolium*. Bei dieser Pflanze sind die Holzzellen in streng regelmässige Radial-Reihen geordnet. Abgesehen von den kleinen Störungen, welche durch die weiteren Gefässe verursacht werden, begegnet man nirgends einer Abweichung von dieser Regel. Und zwar beginnt die geordnete Lagerung schon am Mark; eine Markscheide mit unregelmässig gelagerten Elementen ist hier nicht vorhanden. — Meist haben die Reihen in tangentialer Richtung eine annähernd gleiche Breite zwischen ihnen finden sich solche, deren Durchmesser verschieden, nicht selten beträchtlich weit unter das mittlere Maass herabsinkt. Diese Reihen setzen sich entweder, was häufiger, durch das Cambium fort, oder endigen vor diesem.

Sowohl durch Maceration isolirte Elemente, wie sorgfältig geführte radiale und tangentiale Längsschnitte lehren, dass die Holzzellen einseitig zugespitzt sind. Sie haben an den Enden die Form von Keilen, deren eine Fläche senkrecht, die andre geneigt ist. Die Linie, welche die Spitze des Keiles bildet, ist gerade oder wellig gebogen; sie läuft dem Radius des Stammes parallel. Daher rührt es, dass die Holzzellen auf dem radialen Längsschnitt eine langgestreckt parallelogrammatische Gestalt haben, während sie auf dem tangentialen mit zugespitzten Enden in einander greifen. — Die durchschnittliche Länge dieser Zellen beträgt 0,6—0,7 Mm.

Wie Messungen an Cambium-Zellen, die auf Tangential-Schnitten blossgelegt waren, ergeben, haben dieselben eine nur wenig geringere Länge, als die Holzzellen; sie beträgt durchschnittlich gegen 0,5 Mm. Das nachträgliche Wachsthum der Cambium-Zellen, die Zuspitzung ihrer Enden sind also im Vergleich mit *Cytisus Laburnum* nur sehr gering, eine Thatsache, die auch durch den direkten Vergleich der Enden von Cambium- und Holzzellen bestätigt wird. Und zwar erfolgt das spätere Wachsthum der genannten Elemente, wie aus den besprochenen fertigen Zuständen erhellt, ausschliesslich in tangentialer, nie in radialer Richtung.

Aus dem oben Erwähnten ergiebt sich nun mit Leichtigkeit die Bedeutung der schmalen Holzzellreihen. Da die Holzzellen, welche einer Cambial-Reihe entstammen, auf mehr oder weniger weite Strecken eine annähernd gleiche Länge besitzen, und ihre Spitzen auf ungefähr

gleicher Höhe endigen, so stellen die schmalen Reihen, welche sich im Cambium fortsetzen, die auf der betreffenden Höhe der zugespitzten Enden vom Schnitt getroffenen Zellen dar. Setzen sich die Reihen dagegen nicht durch das Cambium fort, so bedeuten sie die Verlängerungen, welche die Cambium-Zellen beim Uebertritt zum Holz nachträglich erfahren haben.

Wie früher ausgeführt wurde, geht der Cambium-Ring hervor aus der innersten Zellreihe des Ringes, welcher die jungen Bündel verbindet. Es treten in derselben die ersten Tangential-Wände schon zu einer Zeit auf, in welcher das Mark sein Wachsthum noch nicht eingestellt hat. Dem letzteren entsprechend theilen sich die Zellen des Ringes hin und wieder in radialer Richtung; daneben aber vergrössern sie sich um etwas in tangentialer, wie aus vergleichenden Messungen mit Bestimmtheit hervorgeht. Nun tritt die Verholzung der innersten Zellschicht ein, und gleichzeitig hört, wie es scheint, in vielen Fällen das Mark auf zu wachsen. In andern dagegen wächst es noch etwas im Umfang, und dieser Vergrösserung entspricht eine geringe Zunahme des tangentialen Durchmessers der jungen Holzzellen. An der einzelnen Zelle lässt sich diese Zunahme schwieriger beobachten, leichter aber wahrnehmen, wenn man kurze Reihen von in tangentialer Richtung neben einander liegenden Elementen aus verschiedenen Höhen durch Messung mit einander vergleicht. — Uebrigens ist dies letzte Wachsthum des Markes meist nicht sehr beträchtlich und erlischt bald, trotzdem seine Zellen noch auf lange Zeit ihre Lebensfähigkeit bewahren.

Aus dem Umstande, dass die Verholzung der ersten Cambial-Zellen zu ungefähr derselben Zeit beginnt, in welcher das Mark sein Wachsthum einstellt, liesse sich, — wenn man nur die Melastomeen im Auge hätte, — vielleicht der Schluss ziehen, dass das Aufhören des Markwachsthums die Radial-Reihung der Holzzellen zur Folge habe. Allein nachdem wir bei *Cytisus Laburnum* die Bedeutung des Spitzenwachsthums der Holzzellen für ihre Anordnung erkannt haben, können wir uns nur dahin fassen, dass die Holzzellen der Melastomeen von Anfang an in radiale Reihen geordnet sind desshalb, weil das Mark schon früh sein Wachsthum beendet, und weil die Holzzellen ihre wenig sich verlängernden Enden nur in einer, der tangentialen Richtung an einander vorbeischieben.

Das, was hier an zwei entgegengesetzten Fällen dargethan wurde, gilt natürlich auch für alle dazwischen befindlichen. Je strenger die specifische Wachsthums-Regel der Holzzellen einer Art von allen betreffenden Elementen befolgt wird, um so genauer wird sich die Anordnung derselben dem einen oder andern der genannten Typen anschliessen. Da, wo dagegen die Holzzellen sich im Befolgen jener Regel einen grösseren oder geringeren Spielraum erlauben, werden sie auch in der Anordnung mehr oder weniger von jenen Typen abweichen. — Dass selbst die Holzzellen derselben Pflanze und desselben Zweiges dieser Pflanze sich sehr verschieden verhalten können, lehrt ein nicht uninteressantes Beispiel, *Indigofera Dosua.* Der Querschnitt durch die Zweige dieser Pflanze bietet manchmal Bilder dar, auf welchen die Holzzellen stellenweis streng radiale, stellenweis völlig regellose Anordnung zeigen. Wiederholt wurde beobachtet, dass derartig verschieden geordnete Elemente nur von einer Markstrahl-Zellreihe getrennt waren. In diesem Falle war der Unterschied am auffallendsten. — Derartige Vorkommnisse sind offenbar nur durch die Gründe erklärbar, welche oben entwickelt wurden.

Soviel über die Bedeutung des Wachsthums der Holzzellen für die Anordnung derselben. Dass auf der andern Seite das Verhalten des Markes einen wichtigen, unter Umständen den wichtigsten Factor für dieselbe abgeben kann, leuchtet ohne Weiteres ein, und es ist dieser Gegenstand von Nägeli klar erörtert worden. Wie überhaupt eine eingeschlossene Gewebemasse durch ihr Wachsthum auf den Theilungscharakter einer umhüllenden wirken kann, lehren am besten jene längeren oder kürzeren Tangential-Reihen von Zellen, welche in der primären Rinde vieler Pflanzen vorkommen. Das Entstehen der hier oft zahlreich auftretenden secundären Zellwände beruht offenbar auf der Tangential-Spannung, welche durch Umfangszunahme des Holzkörpers verursacht wird, und dem dadurch bedingten Wachsthum der umgebenden Rindenzellen. — Der analoge Schluss auf die Ursachen der Anordnung der Holzzellen ist dagegen, — und das glaube ich im Vorstehenden genügend dargethan zu haben, — nicht gestattet. Es kommt hierbei noch ein Moment in Betracht, das in dem Wachsthum der Holzzellen selbst, in ihrem specifisch verschiedenen Verhalten begründet ist.

4. Längsverlauf der Gefässstränge.

Es erscheint am zweckmässigsten, zunächst eine Reihe specieller Fälle zu besprechen, und erst am Schluss eine vergleichende Gesammt-Uebersicht zu geben.

Heterocentron diversifolium.

Die Anordnung der Gefässstränge dieser Pflanze kann als eigentliches Fundamental-Schema für den architektonischen Aufbau der Melastomeen betrachtet werden.

Die Lamina des Blattes ist vom Blattstiel scharf abgesetzt. Die erstere hat einen verkehrt herzförmigen Umriss, und ist in der Regel durchzogen von 5 Längsnerven, dem stärkeren medianen, zwei etwas schwächeren seitlichen, und zwei weiteren, welche nahe dem Blattrande diesem parallel laufen und nur wenig vorspringen. In stark entwickelten Blättern tritt zu den vorhandenen 2 Paar Seiten-Nerven noch ein drittes; alle convergiren nach der Blattspitze hin. In jedem Nerven befindet sich ein entsprechend starkes Bündel.

Bei dem gleichzeitig erfolgenden Eintritt aller Nerven in den Blattstiel verhalten sich die Stränge in folgender Art. — Von dem Median-Strange zweigt sich auf jeder Seite ein kleines Bündel ab, das sich mit dem Lateral-Strange 1. Ordnung vereinigt. Die Trennung der Schenkel geschieht nicht plötzlich, sondern auf weiterer Strecke ganz allmälig. Von jedem Seitenstrange 1. Ordnung biegt wieder auf der Aussenseite ein kleines Bündel ab, das an den Seitenstrang 2. Ordnung tritt. Sind Seitenstränge 3. Ordnung vorhanden, so legen sie sich beim Eintritt in den Blattstiel auf kurze Strecke an die der 2. Ordnung, um sich dann aber wieder von diesen zu trennen und isolirt zu verlaufen.

Im Blattstiel, der eine Länge von etwa 15—18 Mm. hat, und dessen Querschnitt aus Fig. 5 auf Taf. 8 erhellt, verlaufen die Stränge in halbmondförmiger Anordnung unverändert bis zum Stamm. Die Basis des Stieles ist gelenkartig ausgebildet; in ihr haben die Bündel einen horizontalen oder sehr schwach geneigten Verlauf.

Beim Uebertritt der Bündel an den Stamm gehen verschiedene Veränderungen vor sich. Zunächst spaltet sich jeder Lateral-Strang 1. Ordnung in zwei ungleiche Schenkel, einen stärkeren, der sich an den Median-Strang legt, und einen schwächeren, welcher nach auswärts biegt und sich mit dem Lateral-Strange 2. Ordnung vereinigt. Wir wollen diesen vorläufig bei Seite lassen, und uns zunächst mit dem Median-Strange beschäftigen. Auf die beschriebene Weise verstärkt, tritt derselbe in den normalen Holzring, spaltet sich, hier angelangt, aber sofort wieder in drei Schenkel, einen mittleren, den medianen Blattspurstrang, und zwei seitliche, die lateralen Blattspurstränge. Der erstere, *m*, *m* in Fig. 1 auf Taf. 8 läuft senkrecht abwärts durch das ganze zu seinem Blatt gehörende Internodium; die letzteren, *l'*, *l'* in derselben Figur, beschreiben von ihrer Trennungsstelle vom Median-Strange aus einen mässig gekrümmten Bogen, um dann ebenfalls durch das Internodium senkrecht nach unten zu verlaufen. — Im Knoten des nächstfolgenden Blattpaares treten die beiden lateralen Blattspurstränge in die Ecken des Holzringes, um von da einen senkrecht abwärts gerichteten Verlauf durch das zweite Internodium zu beschreiben. Der mediane Blattspurstrang dagegen spaltet sich auf der Höhe der Eintrittsstelle der Bündel des nächsten Blattpaares in zwei Schenkel, welche anfänglich stark divergiren, dann rasch abwärts biegen, und durch das Internodium senkrecht nach unten laufen. Ueber den neu eintretenden Bündeln des Blattes, welches unter dem steht, aus welchem sie selbst stammen, weichen sie seitlich aus und vereinigen sich mit den lateralen Blattspursträngen, die sich früher von dem Median-Strange trennten. — Bedenkt man nun, dass derselbe Vorgang gleichzeitig auf zwei, und abwechselnd auf allen vier Seiten des Stammes stattfindet, ferner, dass jedesmal in demselben Knoten die Lateral-Stränge einer Stammseite mit den einen Schenkeln der Median-Stränge der beiden benachbarten Seiten zu einem Eckstrange, dem Sympodial-Strange, verschmelzen, so ergiebt sich das in Fig. 1 auf Taf. 8 gezeichnete Schema, welches den abgerollten normalen Gefässbündelring darstellt. Den zugehörigen Querschnitt durch die Mitte eines Internodiums liefert Fig. 3 auf derselben Tafel. An zwei einander gegenüber liegenden Seiten des Stammes befindet sich in der Mitte je ein Bündel, der mediane Blattspurstrang des nächsthöhern Blattes. Er zeichnet sich dadurch aus, dass er den am weitesten vorspringenden

inneren Phloem-Theil hat. Zu beiden Seiten dieses Median-Stranges liegen in der Nähe der Ecken zwei kleinere Bündel, die beiden lateralen Blattspurstränge, gewöhnlich die kleinsten Bündel im Ringe. — An den mit den genannten alternirenden Seiten führt die Mitte kein Bündel, dagegen liegen zwei Stränge nahe den Stammecken. Sie stellen die Schenkel des im nächsthöhern Knoten gespaltenen Median-Stranges dar, und sind gewöhnlich etwas stärker entwickelt, als die Lateral-Stränge der andern Seiten. — In jeder Ecke des Bündel-Vierecks endlich liegt ein Strang, der Sympodial-Strang, der in Bezug auf Breite alle andern übertrifft, dessen innerer Phloem-Theil dagegen verhältnissmässig schwach ausgebildet ist. — Im Ganzen sind also 14 Stränge im Ringe vorhanden. Von Internodium zu Internodium wechseln jedesmal die Verhältnisse mit einander ab; dieselbe Zahl und Anordnung der Bündel, welche wir jetzt auf der rechten und linken Seite der Zeichnung sehen, treffen wir im nächsten Internodium auf der obern und untern, und umgekehrt. In jedem Knoten verschmelzen mit dem Sympodial-Strange die Bündel, welche zu seinen beiden Seiten liegen.

Die eben erörterte Anordnung der Bündel des Normal-Ringes ist aber keineswegs immer vorhanden, sondern es finden sich neben ihr zahlreiche Abweichungen. — So legen sich die Lateral-Stränge nicht immer gleich im nächsten Knoten an die Sympodial-Stränge, sondern laufen diesen parallel im Internodium hinab, um erst im zweiten Knoten zugleich mit den Schenkeln des medianen Blattspurstranges mit jenen zu verschmelzen. Es kann dies mit einem Lateral-Strange einer Blattspur, oder auch mit beiden geschehen. Umgekehrt sind aber die lateralen Blattspurstränge gleich bei ihrem Eintritt in den Holzkörper auch im Stande, sich mit dem Sympodial-Strange zu vereinigen. In letzterem Falle zeigt der Ring nicht die volle Bündelzahl, im ersteren eine höhere. — Als seltnere Ausnahmen habe ich solche Fälle beobachtet, in denen sich von dem aus drei Bündeln zusammengesetzten Median-Strange bei seinem Eintritt in den Holzkörper nur ein Lateral-Strang abzweigte, während die Bildung des andern unterblieb. — In einem andern Fall gab der mediane Blattspurstrang gar keine Lateral-Stränge ab, sondern lief ungetheilt durch das Internodium. Bei seinem Eintritt in den Holzkörper legten sich die von oben kommenden Schenkel des Median-Stranges aus dem nächsthöhern Blatt

nicht in normaler Weise an die Sympodial-Stränge, sondern verliefen ihm parallel durch das Internodium, und vereinigten sich im folgenden Knoten mit den beiden Schenkeln, in welche sich derselbe spaltete. Dies war die am weitesten gehende Abweichung, welche ich beobachtet habe. — Hin und wieder kommt es vor, dass von einem der Schenkel, in welche sich der Median-Strang gespalten hat, noch ein weiteres Bündel abgegeben wird. In einem andern Falle war zwischen einem der genannten Schenkel und einem lateralen Blattspurstrange nahe der Ursprungsstelle des ersteren eine Anastomose gebildet worden.

Derartige Formen von Abweichungen liessen sich noch mehrere anführen, allein trotz ihres Vorkommens ist doch der Spurstrang-Verlauf bei *Heterocentron diversifolium* im Ganzen der regelmässigste, den ich unter den hier behandelten Arten beobachtet habe. Die erörterten Anomalieen können übrigens gewisser Maassen als eine Vorbereitung auf die Verhältnisse betrachtet werden, welche bei den später zu besprechenden Arten vorkommen, deren Spurstränge in ihrem späteren Verlauf keine Regelmässigkeit mehr erkennen lassen.

Wir haben nunmehr den früher vernachlässigten zweiten Schenkel des Lateral-Stranges 1. Ordnung in der Blattbasis zu betrachten. Wie erwähnt, beschreibt derselbe einen etwas auswärts gerichteten Verlauf und vereinigt sich mit dem Lateral-Strange 2. Ordnung. So verstärkt spaltet er sich vor der Vertical-Kante am Stamm in zwei Schenkel, von denen der eine nach kurzem bogenförmigem Verlauf senkrecht abwärts biegt und den Rindenstrang in einem Flügel am Stamm abgiebt, während der andre seinen horizontalen Lauf durch die Verwachsungs-Stelle der Blatt-Basen am Knoten fortsetzt, und sich mit dem ihm entgegen kommenden Strange der andern Seite vereinigt. Der Vertical-Schenkel verläuft durch das Internodium, bis er im nächsten Knoten auf den seiner Seite angehörenden Horizontal-Strang stösst; mit diesem vereinigt er sich in der Regel unter rechtem Winkel, oder er spaltet sich an der Basis in zwei oder drei Schenkel, deren seitliche sich nach kurzem Schrägverlauf an den horizontalen legen. — Sind in der Blatt-Basis noch Lateral-Stränge 3. Ordnung vorhanden, so laufen diese nach kurzer Vereinigung mit dem Lateral-Strange 2. Ordnung meist isolirt ausserhalb des Hauptstranges in dem Rindenflügel hinab, um sich im nächsten Knoten ebenfalls an den Horizontal-Strang zu legen.

Die Rindenbündel bilden also ein selbständiges Strang-System rings um den normalen Holzkörper. Mit den Bündeln des letzteren haben sie nichts gemein, als dass sie, wie diese, den Blättern entstammen; in ihrem übrigen Verhalten sind sie völlig selbständig. In Fig. 2 auf Taf. 8 ist ihr Verlauf von Knoten zu Knoten dargestellt. Denkt man sich diesen Cylinder um den des Normal-Körpers gelegt, so hat man das Gesammt-System der gemeinsamen Stränge unserer Pflanze.

Zu diesem kommen nun, um die Complication zu vollenden, noch die endogen entstehenden, stammeignen markständigen Bündel. Wie früher erwähnt, laufen sie jedesmal senkrecht durch das Internodium von Knoten zu Knoten und lösen sich in diesen in das Horizontal-Geflecht auf. Sowohl ihre Zahl, wie ihr Ort sind in den auf einander folgenden Internodien wechselnd. Mit den Blattspursträngen des normalen Holzkörpers haben sie weiter keine Gemeinschaft, als dass die Aeste des Knotengeflechts mit den innern Phloem-Theilen derselben zahlreiche Anastomosen bilden; im Internodium findet keine Vereinigung statt. — Wie früher gezeigt wurde, sind jene Vereinigungen im Knoten erst nachträglich hergestellt und nicht in der Anlage begründet.

Centradenia floribunda.

Der normale Holzring bietet auf Querschnitten verschiedener Stämme einen verschiedenen Anblick dar. Im regelmässigsten Falle führt er an zwei gegenüber liegenden Seiten zwei stärkere Bündel, und an den mit den genannten alternirenden Seiten zwei etwas schwächere. Zwischen diesen vier Stängen finden sich, und zwar mit ihnen abwechselnd, vier weitere, jedoch beträchtlich kleinere Bündel. — Von diesem Verhalten kommen aber zahlreiche Ausnahmen vor, welche in der Regel die Zahl der letztgenannten kleinen Stränge betreffen. Es giebt Fälle, in denen man anstatt des einen constant zwei trifft, oder wo auf demselben Querschnitt zwischen je zwei grösseren theils ein, theils zwei kleinere Bündel vorhanden sind (7, 1).

Die Blatt-Basis führt auch bei dieser Pflanze 5 Stränge (7, 3), deren mittlerer der stärkste ist. Beim Uebertritt an den Stamm spalten sich, wie früher, die Lateral-Stränge 1. Ordnung in je zwei Schenkel, deren einer sich mit dem Median-, der andere mit dem Lateral-Strang 2. Ordnung vereinigt (7, 2). Der verstärkte Median-Strang tritt in den

Holzkörper, und durchläuft hier senkrecht das erste Internodium. In diesem ist er überhaupt, vor Allem aber rücksichtlich seines innern Phloem-Theils, am stärksten entwickelt, und die beiden Median-Bündel stellen die bevorzugtesten Stränge des Querschnitts dar (7, 1, *m*). Durch den nächsten Knoten läuft der Median-Strang entweder ungetheilt, oder er spaltet sich in zwei Schenkel, von denen der eine etwas stärker entwickelt ist, als der andere, und die beide etwas seitlich von der Richtung des Mutterstranges durch das Internodium verlaufen. Bleibt der Median-Strang im nächsten Knoten ungetheilt, so setzt er entweder seinen Lauf direkt fort, oder er beschreibt einen kleinen Bogen, um sich dann seitlich von seiner ursprünglichen Richtung senkrecht nach unten zu begeben. Ueber dem neu eintretenden Bündel des nächstunteren Blattes spaltet er sich in zwei Schenkel, von denen der eine rechts, der andre links ausweicht und sich an das von oben kommende Bündel legt. Hat sich der Median-Strang schon im Knoten unter dem ersten Internodium gespalten, so weichen die Schenkel dem nächstunteren Blattspurstrange entweder einfach aus, oder es spaltet sich, was wohl gewöhnlicher, der stärkere von beiden in zwei Aeste, mit deren einem sich dann das im nächstobern Knoten abgezweigte Bündel vereinigt, um sich in Gemeinschaft mit diesem an den nächst benachbarten von oben kommenden Strang zu legen. — Hier stellen also nicht die stärksten, sondern gerade umgekehrt die schwächsten Bündel die Sympodial-Stränge dar. — Aus dem unregelmässigen Verhalten der Median-Stränge im Knoten unter dem ersten Internodium, sowie aus dem Umstande, dass auch hier die dem neu eintretenden Blattspurstrange ausweichenden Schenkel sich nicht immer sofort an den Sympodial-Strang legen, erklären sich die vielen Verschiedenheiten, welche in der Zahl der kleineren Bündel des Querschnitts vorkommen.

Untersucht man die erörterten Verhältnisse entwicklungsgeschichtlich, so stösst man auf ähnliche Vorgänge, wie sie bei *Heterocentron diversifolium* beobachtet wurden. Das Abweichen der Median-Stränge von ihrer ursprünglichen Richtung im Knoten unter dem ersten Internodium geschieht vielfach in ungleichem Sinne, auf der einen Seite rechts, auf der andern links. Die später häufig vorhandenen dünneren Schenkel setzen sich fast immer erst secundär an jene an. Ebenso ist der eine der beiden Schenkel, welche der neu eintretenden Blattspur ausweichen, meist früher vorhanden und etwas stärker entwickelt,

als der andere. Das Ausweichen auch dieser Primär-Schenkel findet in demselben Knoten vielfach in ungleichem Sinne statt.

Das Verhalten des Systems der Rindenbündel ist genau dasselbe, welches für *Heterocentron diversifolium* beschrieben wurde. — Das im Internodium fast stets einzig vorhandene Markbündel bildet an seinem obern und untern Ende im Knoten ein dichtes Geflecht, welches dem bei jener Pflanze beobachteten völlig entspricht (7, 2).

Heterocentron roseum.

Der Querschnitt des Blattstiels weist, wie bei *Het. diversifolium*, 5 oder 7 Bündel auf. Beim Uebergang an den Stamm finden dieselben Veränderungen statt, welche dort beobachtet wurden. Der Median-Strang spaltet sich bei seinem Eintritt in den Holzkörper sofort in drei Stränge, deren äussere wenig abweichen, und dann in geringer Entfernung neben dem Median-Strange senkrecht durch das Internodium verlaufen. Bis hierher stimmen sämmtliche untersuchte Fälle überein, allein das Verhalten der drei Bündel im nächsten Knoten zeigt erhebliche Verschiedenheiten. In einigen durchziehen sie fast ohne Abweichung den Knoten und das ganze zweite Internodium; über den Bündeln des nächstunteren Blattes spaltet sich der mediane Blattspurstrang; seine beiden Schenkel legen sich an die Lateral-Stränge derselben Spur, und treten mit diesen an die kleinen Sympodial-Stränge in den Ecken des Holzkörpers. — In anderen Fällen weichen alle drei Stränge der Blattspur in dem Knoten unter dem ersten Internodium von ihrer bisherigen Richtung etwas ab; das Median-Bündel biegt etwas nach einer Seite, die lateralen wenden sich ihm zu, oder weichen davon ab. Dieses Verhalten ist sehr gewöhnlich; es kommt nur noch die Modification hinzu, dass an den ausweichenden Strängen secundär Bündel erzeugt werden, welche entweder selbständig durch das Internodium verlaufen, oder sich mit dem benachbarten Hauptstrange, oder dem an ihm gebildeten Secundär-Bündel vereinigen. Auf diesem Umstande beruht es, dass die Blattspur, welche im ersten Internodium fast constant 3strängig ist, im zweiten häufig 4- oder selbst 5strängig wird. — In der Regel ist es der mediane Blattspurstrang, welcher im Knoten unter dem ersten Internodium die meisten Abweichungen zeigt. Sein Divergiren von der bisherigen Richtung kann auf den beiden gegen-

überliegenden Seiten des Knotens im gleichen oder entgegengesetzten Sinne geschehen. Die Bildung von Secundär-Strängen kann auf beiden Seiten in gleicher, aber auch ganz verschiedener Weise vor sich gehen. Mir liegt ein Fall vor, in welchem im ersten Internodium die Blattspur auf beiden Seiten normal 3strängig, im zweiten dagegen auf der einen Seite 2-, auf der andern 4strängig ist. Der Unterschied war dadurch hervorgebracht, dass in einem Falle der Median-Strang sich mit dem einen Lateral-Strange vereinigt hatte, während im andern sowohl am medianen, wie an dem einen lateralen Spurstrange je ein secundäres Bündel erzeugt war, die, mit einander verschmolzen, einen vierten Strang abgaben. — Im dritten Knoten (den des eignen Blattes als ersten gerechnet) vereinigen sich in der Regel sämmtliche Bündel einer Blattspur zu zwei Strängen, welche den neu eintretenden Bündeln des nächstunteren Blattes ausweichen, und sich an die Sympodial-Stränge in den Ecken des Holzkörpers legen. Ist der Median-Strang schon im zweiten Knoten weit auf die eine Seite getreten, so spaltet er sich im dritten Knoten nicht; liegt er dagegen der Mediane näher, so giebt er zwei Schenkel ab, von denen der eine auf die rechte, der andre auf die linke Seite tritt. — Hinsichtlich der Vereinigung der Bündel mit den Sympodial-Strängen im dritten Knoten gilt dasselbe, was früher bei *Heterocentron diversifolium* erwähnt wurde. Auch hier kommen zahlreiche Abweichungen vom Normal-Verhalten vor.

Verfolgt man die erörterten Verhältnisse in ihrer Entwicklung, so findet man, dass auch hier der Median-Strang zuerst entsteht. Er durchläuft zwei Internodien, und weicht den Bündeln des nächstunteren Blattes einseitig aus. Dann erst treten die beiden Lateral-Stränge auf. Hierbei herrscht aber der wichtige Unterschied, dass die beiden Lateral-Schenkel im Stamm direkt vom Median-Bündel entspringen, ehe noch die Lateral-Stränge 1. Ordnung in der Blatt-Basis vorhanden sind. Jene stellen also hier wirkliche Verzweigungen des Median-Bündels dar, und die wenig später auftretenden Lateral-Stränge 1. Ordnung an der Blatt-Basis legen sich erst an diese an. Die Bildung der zahlreich vorkommenden Schenkel im zweiten Internodium geht zwar schon sehr früh vor sich, ist aber dennoch secundärer Natur.

In Fig. 5 auf Taf. 7 ist der Längsverlauf der Gefässstränge in einer halbirten Stammspitze, die in Kali erwärmt wurde, genau dargestellt. (Die Zeichnung wurde nach dem Präparat direkt mit der

Camera entworfen.) Das jüngste Blattpaar, b^1, das im Längsschnitt getroffen ist, hat noch keine Bündel mit Spiralgefässen. In den Blättern des darauf folgenden zweiten Paares, von dessen Bündeln die des unten liegenden gezeichnet sind, hat sich der Median-Strang schon in drei Schenkel gespalten, *m* oben, ohne dass in der Blatt-Basis der Lateral-Strang 2. Ordnung vorhanden wäre. In den Basen der Blätter des dritten Paares, b^3 b^3, haben sich nicht bloss die Lateral-Stränge 1., sondern auch die 2. Ordnung gebildet, *l'* und *l''*; auch der Horizontal-Strang, *h*, führt schon Gefässe. — Die Blätter des vierten Paares (von denen wieder nur das untere dargestellt ist), haben die Normalzahl von Strängen, deren Verhalten beim Eintritt in den Holzkörper klar ersichtlich ist. Der Vergleich mit den aus dem zweiten Blatt stammenden Bündeln lehrt, dass die drei Spurstränge im Internodium in der That dem medianen Foliar-Strange entstammen, und dass die lateralen Foliar-Stränge 1. Ordnung sich nur secundär mit den innern Lateral-Strängen vereinigen.

Aus dem Angeführten ergiebt sich das Bild des Querschnitts unsrer Pflanze von selbst (7, 6). Auf zwei gegenüber liegenden Seiten des Stammes finden sich drei grössere Bündel, die Blattspurstränge des nächstoberen Blattpaares. An den alternirenden Stammseiten liegen wieder je drei Stränge (der regelmässigste Fall), die Blattspur des zweitoberen Blattpaares. Der eine der beiden Median-Stränge ist erheblicher von der Mitte abgewichen, als der andere, welcher seinen Lauf durch den Knoten nahezu senkrecht fortgesetzt hat. Nahe jeder Ecke des Holzkörpers liegt je ein kleines Bündel, die Sympodial-Stränge. Zu bemerken ist, dass die letzteren hier nie, wie bei *H. diversifolium*, die stärksten Stränge des Querschnitts darstellen, sondern dass sie von den Blattspursträngen auf deren Verlauf durch das erste Internodium an Umfang stets übertroffen werden. Doch gilt dies nur für das erste Internodium; gleich unter dem zweiten Knoten nehmen die letzteren, zumal die beiden lateralen, meist nicht unbeträchtlich an Grösse ab.

Hinsichtlich des Verhaltens der Mark- und Rindenstränge gilt das früher Gesagte.

Lasiandra petiolaris.

Bei dieser Art tritt eine nicht unerhebliche Abweichung von dem bisher beobachteten Verhalten auf.

Der Blattstiel weist 7 Bündel auf, deren Anordnung und relative Stärke aus Fig. 8 auf Taf. 8 erhellt. Beim Eintritt in den Stamm spalten sich die Lateral-Stränge 2. Ordnung in je zwei Schenkel, deren einer nach innen an den Median-Strang biegt, während der äussere sich mit den Lateral-Strängen 2. und 3. Ordnung vereinigt.

Der fertige Stamm unsrer Pflanze führt einen continuirlichen Holzring, aus welchem die Bündel kaum oder nur unbedeutend ins Mark vorspringen. Man ist daher zur Untersuchung der ursprünglichen Verhältnisse ausschliesslich auf die Stammspitze angewiesen. Diese lässt folgenden Sachverhalt erkennen.

Auch hier ist anfänglich nur der mediane Blattspurstrang vorhanden (Taf. 8 Fig. 7 oben *m m*). Im folgenden Blattpaar sind die Lateral-Stränge 1. Ordnung aufgetreten; ihre inneren Schenkel beschreiben einen dem Median-Strange zugewandten Bogen, vereinigen sich aber nicht ganz mit ihm. Im Holzkörper weichen sie wieder etwas von demselben ab, um dann neben ihm senkrecht durch das Internodium zu verlaufen. (Vergl. die bezeichnete Figur oben *l' ll'*.) Die äusseren Schenkel der Lateral-Stränge 1. Ordn. bilden mit den Strängen höherer Ordnung schon früh sehr kräftig entwickelte horizontale Rindenbündel. Von jedem derselben tritt nun, — und darin besteht die Abweichung, — genau in der Mitte ein Bündel in den Holzkörper, um in diesem senkrecht abwärts zu verlaufen, *p* in Figur 7 auf Taf. 8. Diesem Strange, dessen Wachsthums-Axe senkrecht zu der des Mutter-Bündels gerichtet ist, weicht der Median-Strang des genau über ihm stehenden Blattes einseitig aus. Ueber den neu eintretenden Bündeln des nächstfolgenden Blattes angelangt, biegt der erstere ebenfalls zur Seite, um im folgenden Internodium wieder senkrecht abwärts zu verlaufen. Bei dieser Pflanze tritt uns also zum ersten Mal eine verschränktläufige Blattspur entgegen.

Das Ausweichen sowohl der medianen Blattspurstränge, als der neu in den Holzkörper getretenen Cortical-Stränge, — wie sie zum Unterschiede von den foliaren Blattspursträngen genannt sein mögen, — geschieht auch hier in demselben Knoten nicht immer gleichsinnig. In einigen Fällen, und dies scheint nach den mir vorliegenden Präparaten das häufigere Vorkommen zu sein, biegt der Strang der einen Seite rechts, der der andern links aus; — beide nähern sich also in

dem Holzringe einander; in andern ist die Richtung des Ausweichens auf beiden Seiten gleichsinnig.

Biegt der Cortical-Strang den neu eintretenden Blattspursträngen nach derselben Seite aus, auf welche der Median-Strang des nächst höheren Blattes trat, so vereinigen sich dieselben gewöhnlich mit einander, um gemeinschaftlich neben jenen durch das Internodium zu verlaufen; geschieht dagegen ihr Ausweichen ungleichsinnig, so tritt der eine auf die eine, der andere auf die zweite Seite der neu zukommenden Bündel.

Inzwischen sind nun auch die lateralen Blattspurstränge entwickelt. Sie durchlaufen senkrecht abwärts das zu ihrem Blattpaar gehörige Internodium. Im folgenden Knoten vereinigen sich diejenigen von ihnen, welche auf den Seiten liegen, nach denen die Median-Stränge ausbiegen, mit diesen, ohne dass dies aber strenge Regel wäre; die andern laufen anfänglich allein nach unten. Später werden dagegen an den Stellen, an welchen sie ausweichen, an den Median-Strängen secundär Schenkel erzeugt, welche auf die freien Seiten treten, und sich mit den hier befindlichen Lateral-Strängen vereinigen. — In genau derselben Weise bilden sich auch an den Cortical-Strängen an den Orten des Ausweichens secundäre Schenkel. Meist immer sind die letzteren anfänglich durch geringere Stärke leicht erkennbar; später dagegen ist von einem Unterschiede in der Grösse nichts mehr zu sehen.

Das weitere Verhalten der Bündel in den tiefer liegenden Internodien konnte an den wenigen Spitzen, die meiner Untersuchung zur Verfügung standen, nicht klar gelegt werden. Sicher ist, dass im Verlauf von der Anlage nach gleichen Strängen Verschiedenheiten vorkommen, und es ist die Frage, ob die Abweichungen von einer möglicher Weise vorhandenen Regel nicht so zahlreich werden, dass überhaupt von einer Regel nicht mehr die Rede sein kann.

Wie erwähnt, vereinigen sich die lateralen Blattspurstränge anfangs nicht mit den medianen, sondern beschreiben einen ihm zugewandten Bogen. Bei ihrer weiteren Entwicklung treten sie demselben immer näher, bis sie schliesslich nicht bloss an der Eintrittsstelle in den Holzkörper, sondern der ganzen Länge nach im ersten Internodium mit ihm verschmelzen. Sie sind dann nur noch in ihrem Markscheidentheile als einzelne Bündel zu unterscheiden. Da die Bildung des

Holzes sehr früh beginnt, so wird die Verfolgung der kleineren Stränge sehr schwierig, ein Umstand, der die Untersuchung des Verlaufs desselben in den tieferen Internodien bedeutend erschwert.

In Fig. 6 auf Taf. 8 ist ein Querschnitt durch ein jugendliches Internodium dargestellt. An zwei Seiten liegen die stärkeren Spurstränge des nächsthöhern Blattpaares. *pp* sind die zuletzt eingetretenen Cortical-Stränge. Zwischen ihnen und den Blattspursträngen befinden sich die wenig entwickelten Verlängerungen der Bündel höherer Internodien.

Lasiandra Fontanesii und *L. macrantha* verhalten sich hinsichtlich des Auftretens der Cortical-Stränge der beschriebenen Art gleich. Bei *L. macrantha* ist in dem breiten Vorsprung am Knoten des Stammes nicht ein einzelner horizontaler Rindenstrang vorhanden, sondern es treten deren mehrere auf, welche unregelmässig mit einander verschmelzen und eine mächtige Bündelmasse rings um den Knoten darstellen. — Wegen Mangels an Material war es nicht möglich, das Bündel-Skelett der genannten beiden Arten genauer zu untersuchen.

Centradenia rosea.

Wie Eingangs erwähnt wurde, besitzt die Pflanze Blätter von verschiedener Grösse. Von den vier Seiten des Stengels, welcher meist eine horizontale oder doch zur Verticalen geneigte Stellung hat, sind zwei nach oben, zwei nach unten gewandt. Die ersteren tragen die kleinen, die letzteren die grossen Blätter.

Der Unterschied in der Stärke der Blattstiele und der Zahl der in ihnen vorhandenen Gefässbündel erhellt aus den Figuren 8 und 9 auf Taf. 7, die beide nach jugendlichen Blatt-Basen direkt entworfen wurden. Aus der Lamina des kleinen Blattes treten nur 3 Stränge in den Stiel, von denen selbst das mediane nur geringe Entwicklung erfährt; die Basis des grossen Blattes dagegen führt 5 Bündel, deren mittlere einen erheblich grösseren Umfang besitzen, als die vorigen.

An dem Stammquerschnitt Fig. 7 auf Taf. 7 sind *a* und *b* diejenigen Seiten des Internodiums, auf denen im nächstoberen Knoten die Blätter standen; *a' b'* waren im zweithöhern Knoten mit Blättern besetzt. In jedem Knoten ertheilt das grössere Blatt dem Stamm eine kleine Drehung, in Folge deren es selbst der Unterseite, das gegenüber

stehende kleine Blatt dagegen der Oberseite näher rückt. Da nun die beiden Unterseiten abwechselnd mit grossen Blättern besetzt sind, so ist die Drehung in je zwei auf einander folgenden Knoten entgegengesetzt, und die Stammkante, welche zwischen den beiden Seiten verläuft, zickzackförmig hin und her gebogen. Genau dasselbe gilt in entsprechender Weise für die Drehungen auf den oberen Seiten des Stammes.

Der Anlage nach sind die Sprosse in den Achseln der beiden Blätter jedes Knotens gleich, allein im Laufe der Entwicklung prägt sich in ihnen ein ähnlicher Unterschied aus, wie ihn die Blätter erfahren. Die beiden Sprossreihen der Unterseiten werden ungleich stärker ausgebildet, als die der Oberseiten, und nur aus jener gehen die stärkeren Fortsetzungen des Spross-Systems der Pflanze hervor. — Von dieser sonst streng geltenden Regel werden nur an den Basen der stärkeren Zweige Ausnahmen gemacht. An ihnen beobachtet man gar nicht selten die Thatsache, dass umgekehrt die Sprosse in den Achseln der kleinern Blätter die stärkste Entwicklung erfahren, während die der grossen die ersten Stadien nur wenig oder gar nicht überschreiten. Auf diese Weise kommt es, dass dann an den beiden benachbarten Seiten (rechts oder links am Mutterzweige) drei ziemlich gleich starke Sprosse fast über einander stehen. — Doch findet man vielfach, dass die am unrechten Orte befindlichen Sprosse später zu Grunde gehen, während die der Unterseiten noch gesund und wohlerhalten sind.

Wie in allen früher beschriebenen Fällen spalten sich auch hier die Lateral-Stränge 1. Ordnung in der Blatt-Basis in je zwei Schenkel, deren einer sich an den Median-Strang legt, während der andere zur Herstellung des Rindenbündel-Systems beiträgt. Der Median-Strang tritt, so verstärkt, in den Holzkörper, durchläuft senkrecht abwärts das erste Internodium, und setzt seinen Lauf unverändert auch durch das zweite fort, oder erfährt im Knoten über demselben eine leichte Abweichung, um dann seine frühere Richtung wieder einzunehmen. Ueber dem neu eintretenden Bündel des nächstunteren Blattes angelangt, weicht er seitwärts aus, und vereinigt sich mit dem benachbarten Sympodial-Strange. Die beiden gegenüber liegenden Median-Stränge im Knoten bogen in den von mir beobachteten Fällen auch hier nicht gleichsinnig aus, sondern es trat der eine auf die rechte, der andre

auf die linke Seite des neuen Blattspurstranges. Später bildet sich jedoch auch hier häufig ein Schenkel, welcher auf die andre Seite tritt, und sich an den dort befindlichen Sympodial-Strang legt.

In den jüngsten Internodien, auf einer Höhe, in welcher die Differenz in der Grösse der Blätter nur wenig ausgebildet ist, sind auch ihre Spurstränge der Stärke nach nicht oder nur wenig von einander verschieden. Sobald dagegen jene Differenz schärfer hervortritt, zeigen sich auch in den Bündeln die entsprechenden Unterschiede in der Grösse. Vergl. Fig. 7 auf Taf. 7, in welcher *m m* die Median-Stränge des nächstobern, $m^1 m^1$ die des zweitobern Blattpaares darstellen. Zwischen ihnen liegen die Sympodial-Stränge. — Wenn später die Bildung des Holzes eintritt, so wird der Unterschied in der Entwicklung der Ober- und Unterseite des Holzkörpers allmälig ausgeglichen, allein noch lange Zeit bleibt die einstige Grössen-Differenz der Bündel an ihrem mehr oder minder weiten Vorspringen ins Mark erkennbar.

Das vorhin beschriebene Schema des Spurstrang-Verlaufs gilt jedoch nur für die jüngsten Internodien. Später treten vielfach secundäre Stränge auf, welche die ursprüngliche Anordnung verwischen, und die Normal-Zahl der 8 Bündel auf dem Querschnitt nicht selten um mehrere erhöhen.

Der Verlauf der Rindenbündel gleicht völlig dem von *Centradenia floribunda*. Vergl. Fig. 10 auf Taf. 7, in welcher die Rindenbündel des einen dritten Blattes, *r*, *r* und der Horizontal-Strang im vierten Knoten dargestellt sind.

Markbündel sind in der Regel nicht vorhanden, finden sich aber zu 1 oder 2 hin und wieder. Wenn sie fehlen, so steht damit auch der Mangel eines Markknoten-Geflechts in Verbindung, welches auftritt, sobald jene erzeugt werden.

Centradenia grandifolia.

Bei dieser Art ist der Unterschied in der Grösse der Blätter noch erheblich weiter ausgebildet, als bei *Cent. rosea*. Die Sprosse hängen meist bogenförmig nach den Seiten. Die Blätter der beiden zenithwärts gekehrten Stammseiten sind klein, schuppenförmig, sitzend und gewöhnlich um ihre Längsaxe gedreht. Die Blätter der Unterseiten

dagegen haben eine Grösse, welche die der Oberseiten um das Vielfache übertrifft; sie sind differenzirt in eine grosse Lamina, die allmälig in einen kräftigen Stiel übergeht. — Die eine Hälfte dieser Lamina ist etwas stärker entwickelt, als die andere, ein Unterschied, der auch in der anatomischen Structur seinen Ausdruck findet. Aehnlich wie bei *C. rosea* erfahren die Achselsprosse auch dieser Art eine verschiedene Entwicklung. Die der grossen Blätter eilen voran, während die in den Achseln der kleinen befindlichen zurück bleiben und manchmal dem blossen Auge kaum sichtbar sind. — Dagegen kommen die abwechselnden Drehungen des Stengels, welche bei *C. rosea* beobachtet wurden, hier nicht vor.

Die Verschiedenheit der Entwicklung der Basen der Blätter erhellt aus den Figuren 10 und 11 auf Taf. 8. Die Bündel des kleinen Blattes, Fig. 10, haben einen nur geringen Umfang, und liegen in einer Reihe innerhalb der schmalen Fläche; das Median-Bündel zeichnet sich nur durch wenig bedeutendere Grösse aus. — Auffallend kräftiger entwickelt ist die Basis des grossen Blattes, Fig. 11. Das Median-Bündel, *m*, derselben liegt etwas seitwärts von der Mitte; der von ihm links gelegene Theil gehört der schwächer, der rechts gelegene der stärker ausgebildeten Blattseite an. Sämmtliche grössere Stränge befolgen im Allgemeinen eine halbmondförmige Anordnung; zwischen und ausser ihnen, zumal auf der Oberseite, findet sich eine wechselnde Anzahl kleinerer Stränge. Das Verhalten der Bündel des kleineren Blattes beim Uebertritt in den Holzring ist einfach und reiht sich den früher besprochenen Fällen an. Von den Lateral-Strängen geben die innersten je einen Ast an den Median-Strang ab, während die anderen Schenkel sich mit den nächstfolgenden Lateral-Strängen vereinigen und mit diesen sowohl zur Bildung der horizontalen, als der im innern Theile der Flügel gelegenen verticalen Rindenstränge beitragen. Die im äusseren Theile befindlichen verdanken ihren Ursprung dagegen den kleineren Lateral-Strängen 3. oder 4. Ordnung in der Blatt-Basis, die entweder, was seltener, direkt in die Flügel abwärts biegen, oder, was gewöhnlich, sich zuvor mit kleinen Bündeln vereinigen, welche von den etwas stärkeren inneren Strängen abgegeben werden (7, 11 oben). — Verschieden hiervon und erheblich verwickelter sind die Verhältnisse in der Basis des grossen Blattes (dargestellt auf Taf. 7 Fig. 12 in der Längsansicht von der Aussenseite, in Fig. 11 ein ähnliches Bild in

der Horizontal-Projection). Zunächst giebt der Median-Strang rechts und links auf der dem Stamm zugekehrten Seite eine Anzahl kleiner Bündel ab, welche in unregelmässiger Weise mit den Lateral-Strängen verschmelzen. Kurz vor dem Eintritt des Median-Stranges in den Holzkörper spalten sich dann die Lateral-Stränge 2. Ordnung in je zwei Schenkel, deren innere stärkere sich an den Median-Strang legen, während die äusseren mit den Lateral-Strängen 2. Ordnung verschmelzen, und mit diesen je einen stark entwickelten horizontalen Rindenstrang herstellen, der zunächst einen nur wenig abwärts gerichteten Verlauf hat. Die äusseren Lateral-Stränge, deren Zahl aber keine constante ist, bilden unter sich und, wie schon erwähnt, mit den von dem Median-Strange herrührenden Bündeln Anastomosen und treten dann in die Flügel der Rinde über, in der sie die äusseren Stränge darstellen. Im Allgemeinen wird hinsichtlich der Hauptstränge bis hierher noch die sonst herrschende Regel im Verlauf derselben befolgt; abweichend ist nur das Auftreten und Verhalten der zahlreichen kleinen Bündel. — Nun tritt der Median-Strang in den Holzring und verläuft in diesem, ohne sich zu spalten, abwärts. Etwas über seiner Eintrittsstelle biegt ferner von jedem Horizontal-Strange ein Bündel in den Holzring, und zwar stammt es nicht, wie bei *Lasiandra*, aus der Mitte jenes Stranges, sondern verläuft allmälig von der Seite des grossen Blattes her (7, 11, *p*). Auch hier haben wir also wieder eine verschränktläufige Blattspur, die sich aber von der bei den *Lasiandra*-Arten gefundenen dadurch unterscheidet, dass die Cortical-Stränge nicht beiden Blättern des Knotens gemeinschaftlich angehören, sondern, wie leicht zu verfolgen, ausschliesslich dem grossen Blatt entstammen. — Was die Grösse der verschiedenen Blattspurstränge anlangt, so begegnen wir hier ähnlichen Verhältnissen, wie sie sich bei *C. rosea* fanden. Der Median-Strang des grossen Blattes ist stets erheblich grösser, als der des kleinen, und ebenso haben auch die beiden seitlichen Bündel des grossen Blattes meist einen beträchtlicheren Umfang, als jenes.

Ueber den weiteren Verlauf der Spurstränge ist Folgendes zu bemerken. Von ihrer Eintrittsstelle bis zum nächsten Knoten verlaufen die Bündel senkrecht nach unten. Ueber den eintretenden Median-Bündeln des nächsten Blattpaares spalten sich die Cortical-Stränge in je zwei Schenkel, welche jenen nach beiden Seiten aus-

weichen. Anders verhalten sich die Median-Stränge. Sie spalten sich nicht, sondern biegen den neu eintretenden Cortical-Strängen einseitig aus (7, 11 *m, m*). — Bis hierher stimmen fast meine sämmtlichen Beobachtungen überein, allein über das weitere Verhalten der Stränge in den tieferen Internodien habe ich mir an dem wenigen Material, das zur Verfügung stand, keine Klarheit verschaffen können. Wie es nach den hergestellten Präparaten scheint, kommen auch hier Unregelmässigkeiten in dem Sinne vor, wie sie in den früher angeführten Fällen beobachtet wurden. — Auch rücksichtlich der Cortical-Stränge wurde eine Abweichung von dem oben geschilderten Verhalten constatirt. Es trat nämlich nur von der einen Blatthälfte, der grösseren, aus ein solcher in den Holzring, während die andere keinen abgab.

Die Rindenstränge in den Flügeln laufen gewöhnlich parallel in denselben hinab; hin und wieder gehen sie Anastomosen ein. Ueber dem nächsten Blattpaar nehmen die Flügel plötzlich ab; es verschmelzen hier die äusseren der Rindenstränge mit den inneren, um sich mit diesen gemeinschaftlich an die Horizontal-Bündel des nächsten Knotens zu legen.

Melastoma cymosum.

Die Basen der gleichmässig entwickelten Blätter führen je 7 Stränge, einen stärkeren medianen und 3 Paar laterale, die der Ordnung nach an Grösse abnehmen und mit dem ersteren in kreisförmiger Anordnung liegen.

Beim Eintritt in den Stamm vereinigen sich die Lateral-Stränge jeder Seite zu einem einzigen und die nun vorhandenen 3 Bündel treten, nachdem die beiden seitlichen eine schwache Biegung gegen den medianen beschrieben haben, isolirt in den Holzring. Hier angelangt entfernen sich die Lateral-Bündel sofort weiter von dem Median-Strang, um demselben parallel nahe den Stammecken durch das Internodium zu verlaufen. — Wie sich die Verhältnisse in den nächsten Knoten und den folgenden Internodien verhalten, konnte nicht untersucht werden. In dem einen mir vorliegenden Falle spalten sich die Median-Stränge in je zwei Bündel, von denen jedesmal das eine isolirt abwärts läuft, während das andere mit dem einen Lateral-Strange verschmilzt. Das eine der ersteren liegt nahe der Mitte der Stamm-

seite und hat stärkere Entwicklung; das andere ist erheblich kleiner und liegt ganz auf der einen Seite. — Ein symmetrisches Verhalten scheint also auch hier nicht vorzukommen.

Wie früher erwähnt, fehlen dieser Pflanze die senkrechten Rindenbündel. Hier, wie in allen Fällen des Fehlens der verticalen, wurden auch keine horizontalen Rindenstränge im Knoten beobachtet. Damit aber steht wieder in Zusammenhang, dass die Lateral-Stränge 1. Ordnung der Blatt-Basis beim Eintritt in den Holzkörper sich nicht theilen, sondern isolirt oder mit den Lateral-Bündeln höherer Ordnung vereinigt in den Ring eintreten.

Andere Arten.

Bei *Cyanophyllum magnificum* führt der Blattstiel einen Kreis von Bündeln; das mediane ist auch hier das am stärksten entwickelte, und es stufen sich von ihm aus die Grössenverhältnisse nach innen allmälig ab. Innerhalb dieses Kreises liegen zerstreut oder ebenfalls in kreisförmiger Anordnung noch einige weitere kleine Stränge. — An der Ansatzstelle des Blattes an dem Stamm vereinigen sich die letztgenannten Bündel mit den Lateral-Strängen höherer Ordnung des äusseren Kreises, um mit ihnen in den Holzring einzutreten. Diesen folgen die stärkeren Lateral-Stränge und endlich den Median-Strang. Theilungen der Lateral-Bündel 1. Ordnung kommen nicht vor. Rindenstränge fehlen gänzlich. Nach den durch einen schon etwas weit entwickelten Knoten geführten Schnitten ist die innere Blattspur 5strängig.

Die *Medinilla*-Arten. *M. farinosa* hat ähnlich wie *Melastoma cymosum* im Blattstiel einen Kreis von Bündeln; bei *M. Sieboldii* nehmen diese in ihrer Anordnung die Gestalt einer Urne an, deren Hals nach der Stammseite gerichtet ist und von den kleinen Strängen höherer Ordnung gebildet wird; bei *M. magnifica* endlich ist die Gestalt eine ähnliche, nur ist der Bauch der Urne flacher und der Hals mit nach aussen umgeschlagenem Rande versehen; ausserdem liegt noch innerhalb des Bauchs der Urne eine Anzahl kleinerer Stränge. Die ganze Summe der Bündel des Blattstiels dieser Art kann sich auf 45 belaufen. — Bei keiner der drei Arten sind Rindenstränge vorhanden. Beim Uebertritt der Bündel an den Stamm vereinigen sich bei *M. Sieboldii* die Lateral-Stränge 3. und höherer Ordnung auf jeder Seite des Median-Bündels

zu je einem Strange, der zunächst in den Holzkörper eintritt. Diesem folgen die Lateral-Stränge 1. Ordnung, und endlich der Median-Strang. Spaltungen der Lateral-Stränge 1. Ordnung kommen auch bei dieser Art nicht vor. Die innere Blattspur ist also 5strängig. — Der weitere Verlauf dieser Bündel, sowie das Verhalten der Stränge von *M. farinosa* und *magnifica* konnten nicht untersucht werden.

Uebersicht des letzten Abschnitts.

Fassen wir nunmehr die Resultate, welche sich aus der Untersuchung des Längsverlaufs der Gefässstränge ergeben haben, kurz zusammen.

Im einfachsten Fall, im kleinen Blatt von *Centradenia rosea*, führt der Blattstiel 3 Bündel, ein medianes und zwei laterale. Hieran schliessen sich diejenigen Arten, bei denen zu dem vorhandenen einen Paar lateraler Stränge noch ein zweites tritt; so bei *Centradenia floribunda*, *Heterocentron diversifolium* u. s. w. Bei noch höherer Zahl der Lateral-Bündel nehmen dieselben eine kreisförmige Anordnung an, wie bei *Lasiandra petiolaris*, *Melastoma cymosum*; dieselbe Anordnung ist in einigen grösseren Blattstielen vorhanden, nur liegen dann innerhalb des Kreises zerstreut noch einige kleine Bündel, so bei *Cyanophyllum magnificum*. Bei den *Medinilla*-Arten endlich nehmen die Gefässbündel in ihrer Lagerung die Form einer Urne an, innerhalb welcher bei *Med. magnifica* ebenfalls zerstreut einige Stränge vorkommen.

Die Blätter sämmtlicher hier behandelter Arten stehen in zweigliedrigen alternirenden Quirlen, und sind mit wenigen Ausnahmen von gleicher Grösse.

Das Verhalten der Stränge des Blattstiels beim Uebertritt an den Stamm steht in naher Beziehung zu dem Vorhandensein oder Fehlen von Rindensträngen. — Sind die letzteren nicht vorhanden, dann findet zwischen dem Median- und den Lateral-Strängen 1. Ordnung keine Vereinigung statt; der Median-Strang tritt isolirt in den Holzkörper, und mit ihm oder wenig früher die Lateral-Stränge ebenfalls einzeln, oder nachdem die benachbarten von ihnen sich vereinigt haben. So bei *Melastoma cymosum*, *Medinilla*, *Cyanophyllum*. — Führt der Stamm dagegen Rindenbündel, dann spalten sich in allen beobachteten Fällen

die Lateral-Stränge 1. Ordnung in je zwei Schenkel, deren innerer sich an den Median-Strang legt, während der andere sich mit dem Lateral-Bündel 2. Ordnung vereinigt, um mit diesem sowohl die horizontalen wie verticalen Rindenstränge herzustellen. Dies ist der Fall bei *Centradenia, Heterocentron diversifolium* u. a. Die innere Blattspur ist entweder 1-, 3-, 5- oder vielleicht 7strängig. — Die einsträngige Blattspur durchläuft senkrecht das erste Internodium und setzt diesen Lauf auch durch den zweiten Knoten fort, oder biegt in diesem etwas zur Seite, um dann abwärts zu laufen; im dritten Knoten legt sie sich in der Regel an den Sympodial-Strang. Häufig bildet sich im zweiten Knoten ein secundärer Schenkel, sodass die Blattspur dann gespalten erscheint.

Die Arten mit dreisträngiger innerer Blattspur zeigen in ihrem Verhalten einige Verschiedenheiten. Spalten sich die Lateral-Stränge 1. Ordnung in der Blatt-Basis, dann legen sich die beiden inneren Schenkel sofort an den Median-Strang, wie bei *Heterocentron diversifolium,* oder sie sind anfänglich davon getrennt und werden erst später durch nachträglich gebildete Gefässe damit vereinigt. Findet dagegen keine Spaltung der Lateral-Bündel 1. Ordnung statt, dann treten diese selbstständig in den Stamm, es finden keine Vereinigungen mit dem Median-Strange statt; so bei *Melastoma cymosum,* den *Medinilla*-Arten. — In den meisten Fällen stellen die beiden Lateral-Stränge der inneren Blattspur die direkte Verlängerung der inneren Schenkel der Lateral-Stränge 1. Ordnung in der Blatt-Basis dar; es legen sich dieselben beim Eintritt in den Holzkörper nur auf kurze Strecke an den Median-Strang, um sich dann wieder von diesem zu trennen. Hiervon bildet *Het. roseum* und wahrscheinlich auch *subtriplinervium* eine Ausnahme. Bei ersteren spaltet sich schon früh der Median-Strang selbst in drei Schenkel, mit dessen äusseren sich die Lateral-Stränge erst nachträglich vereinigen. Auch wenn keine Lateral-Stränge in der Blatt-Basis vorhanden wären, würde hier die innere Blattspur 3strängig sein. Die Lagerung der drei Bündel einer Blattspur im Holzkörper zeigt Verschiedenheiten. Es liegen dieselben anfänglich dicht neben einander, um bald ganz zu verschmelzen, wie bei *Lasiandra petiolaris*; oder sie liegen zwar unmittelbar neben einander, bleiben aber isolirt, so bei *Heterocentron subtriplinervium.* Um wenig weiter rücken sie aus einander bei *Heter. roseum* und erhalten die grösste

Entfernung bei *Heter. diversifolium.* — Der Verlauf der Stränge ist am regelmässigsten bei der letztgenannten Pflanze; die Lateral-Stränge vereinigen sich, nachdem sie ein Internodium durchlaufen, mit den Sympodial-Strängen, während sich der Median-Strang in zwei Schenkel spaltet. Diese durchlaufen das zweite Internodium und verschmelzen im dritten Knoten mit den Sympodial-Strängen. — Ungleich weniger regelmässig sind die Verhältnisse bei *Heterocentron roseum*, *Melastoma cymosum* u. A. In der Regel treten bei ihnen sämmtliche drei Stränge der Blattspur in das zweite Internodium über, und legen sich erst im dritten Knoten an die Sympodial-Stränge. Doch kommen hier, wie früher gezeigt, zahlreiche Unregelmässigkeiten vor.

Bei den meisten untersuchten Arten sind die Stränge einer Blattspur eigenläufig [1]). Die Bündel sämmtlicher Blätter einer Stammseite bleiben ihrem ganzen Verlauf nach auf dieser Seite, und vor dem Eintritt jeder neuen Blattspur vereinigen sich sämmtliche Stränge der nächsthöheren mit den Sympodial-Strängen. Vereinigungen der Bündel von Blättern derselben sowohl, wie verschiedener Stammseiten finden nur an den Sympodial-Strängen statt; Verschränkungen der Bündel verschiedener Spuren kommen hier nicht vor. — Von diesem Verhalten bilden nun zunächst die *Lasiandra*-Arten eine Ausnahme. Bei ihnen tritt aus der Mitte jedes Horizontal-Bündels im Knoten ein Strang, der Cortical-Strang, in den Holzkörper. Das Horizontal-Bündel und mit ihm der Cortical-Strang gehören den beiden Blättern eines Paares gemeinschaftlich an, und es bieten diese Pflanzen, da zwischen die Lateral- und Cortical-Stränge einer Blattspur Bündel aus höheren Internodien treten, die ersten Beispiele von verschränktläufigen Blattspuren. — In ähnlicher Weise geben die Horizontal-Stränge im Knoten von *Centradenia grandifolia* je einen Cortical-Strang ab, nur mit dem Unterschiede, dass beide Stränge hier nicht beiden Blättern gemeinschaftlich, sondern ausschliesslich dem grossen Blatte angehören.

In der Regel sind die Stränge jeder Spur eines Blattpaares gleich stark entwickelt. Haben auch die Blätter eines Paares nicht völlig gleiche Grösse, so ist doch ein Unterschied in der Grösse der ihnen entstammenden Bündel kaum oder gar nicht bemerkbar. Anders verhält es sich bei zwei *Centradenia*-Arten, *C. rosea* und *C. grandifolia.*

---

1) Im Sinne der Nägeli'schen Terminologie.

Beide Pflanzen besitzen zwei Reihen kleiner Ober- und zwei Reihen grosser Unterblätter. Der anatomische Unterschied der beiden Blattspuren eines Paares beschränkt sich bei der ersteren der genannten Arten darauf, dass die Stränge der Unterblätter stärker entwickelt sind als die der Oberblätter, in der Zahl aber nicht variiren. Dies geschieht dagegen bei *C. grandifolia.* Hier giebt nicht nur das grössere Unterblatt stärker entwickelte Bündel in den Holzkörper ab, sondern es liefert auch eine grössere Zahl derselben. Aus dem kleinen Blatte tritt nur 1, aus dem grossen treten 3 Stränge in den Holzkörper, welche, wie oben erörtert, mit den aus höher gelegenen Blättern stammenden verschränktläufig sind.

Die Rindenstränge entstammen stets den äusseren Schenkeln der Lateral-Stränge 1. Ordnung, welche sich mit den Lateral-Strängen 2. Ordnung vereinigen. Beide liefern ein kräftiges Bündel, das sich in zwei Schenkel spaltet, von denen der eine im Knoten horizontal, der andere senkrecht abwärts läuft, bis er auf das Horizontal-Bündel des nächsten Knotens trifft und sich mit diesem vereinigt. Führen die Stammflügel mehrere Stränge, so entstammen diese den Lateral-Strängen höherer Ordnung, wenn solche in der Blatt-Basis vorhanden, oder sie bilden Aeste, welche sich von dem Median- und den Lateral-Strängen 1. und 2. Ordnung abzweigen.

Die Markstränge verlaufen im Internodium jederzeit senkrecht abwärts, ohne Vereinigungen mit einander einzugehen. In jedem Knoten bilden sie dagegen ein unregelmässiges Geflecht, das mit den innern Phloem-Theilen aller Bündel des Holzkörpers vielfache Anastomosen eingeht. Die Bündel eines Internodiums bilden nicht die direkten Verlängerungen des nächstuntern, sondern sie endigen jedesmal in dem Geflecht des Knotens. Daher kommt es, dass die Bündel eines Internodiums nur zufällig auf die des nächstfolgenden treffen.

Litteratur.

Soweit mir bekannt geworden, finden sich in der Litteratur des dikotylen Stammes nur beiläufige Bemerkungen über den Bau der *Melastomeen;* eine zusammenhängende Darstellung ist bis jetzt nicht vorhanden.

In einem Aufsatze von H. Crüger[1]) aus dem Jahre 1850 ist in einer Notiz auf Seite 121 und 122 der kantigen äusseren Stammform vieler *Melastomeen* gedacht. — In demselben Aufsatze S. 178 erwähnt Crüger bei Besprechung des Baues von *Argyreia* der markständigen Bündel der *Melastomeen*.

Dieselben Stränge bespricht ferner Sanio[2]). Er bemerkt im Text, dass die markständigen Bündel von *Heterocentron roseum* ihre Gefässe in der Mitte und rings um diese Cambiform führen. In der Anmerkung dazu auf derselben Seite wird weiter aus der beträchtlicheren Grösse der inneren Markbündel, sowie aus jüngeren Zuständen geschlossen, dass die Entstehung dieser Stränge im Allgemeinen in centrifugaler Richtung vor sich gehe. Doch gelte dies nicht streng, denn man finde nicht selten Bündel, die mehr nach innen liegen, noch ohne Gefässe, während die ausserhalb derselben befindlichen bereits Gefässe führen. — Es wird hier ferner erwähnt, dass der äussere Gefässbündelkreis früher vorhanden sei, als die markständigen Stränge.

Der bei vielen *Melastomeen* vorhandenen Rindenbündel wird von keinem der genannten beiden Autoren gedacht. Es scheint, als hätte Sanio sie bei *Heterocentron roseum* gänzlich übersehen, denn in seiner Zusammenstellung[3]) der verschiedenen Formen des Baues der Stämme mit axilem Mark werden die *Melastomeen* unter B, I, 2 einfach zu den Familien gestellt, bei welchen nur markständige Bündel bekannt sind.

In Russow's[4]) Uebersicht der verschiedenen Formen des Stammbaues wird der *Melastomeen* nicht erwähnt.

Weitere Angaben ausser den erwähnten von Crüger und Sanio habe ich bis jetzt in der Litteratur nicht aufgefunden.

Es liegt nicht im Bereich meiner Aufgabe, an diesem Orte eine Uebersicht sämmtlicher verwandter Anomalieen des dikotylen Stamm-

---

1) Einige Beiträge zur Kenntniss von sogenannten anomalen Holzbildungen des Dikotylenstammes. Botanische Zeitung 1850, S. 97 ff.

2) Einige Bemerkungen in Betreff meiner über Gefässbündelbildung geäusserten Ansichten. Botanische Zeitung 1865. S. 179.

3) l. c. S. 197 u. 198.

4) Vergleichende Untersuchungen u. s. w. Petersburg 1872, S. 159 ff.

baues zu geben. Doch sei hier eines sehr naheliegenden Falles gedacht.

In der Rinde des Stammes von *Calycanthus floridus* finden sich vier Stränge, welche in ihrem Ursprunge und Verlauf ein ähnliches Verhalten zeigen, wie die Rindenbündel der *Melastomeen*. Nach der Darstellung, welche Woronin[1]) gegeben hat, führt der Blattstiel von *Calycanthus* 3 Bündel, ein medianes und 2 laterale. Das erstere tritt in den normalen Holzkörper, die beiden letzteren in die Rinde, in welcher sie, genau wie bei den *Melastomeen*, je ein Horizontal-Bündel für den Knoten und einen verticalen Strang für das Internodium abgeben. Eine Spaltung der Lateral-Bündel an der Ansatzstelle des Blattes findet hier nicht statt. — Ist somit im Verlauf der Rindenstränge von *Calycanthus* und dem der *Melastomeen* Aehnlichkeit vorhanden, so gilt dies jedoch nicht für die histologische Zusammensetzung derselben. Die Rindenbündel von *Calycanthus* bleiben trotz ihres häufig beträchtlichen Dickenwachsthums stets wirkliche Bündel; sie nehmen nie die Form von kleinen Holzkörpern an. Auf ihrer Aussenseite besitzen sie eine Gruppe dickwandiger Bastzellen; an diese schliesst sich der Holztheil, welcher durch eine Cambium-Schicht von dem nach dem Stamminnern gekehrten Weichbasttheile getrennt ist.

Was die verschiedenen Typen von Korkbildung anlangt, so wolle man einen Aufsatz von Sanio[2]) vergleichen. Die oben erörterte seltnere Form der Entstehung von Kork in dem Cambial-Gewebe hat ein Analogon in den bei *Philadelphus coronarius* und besonders bei *Melaleuca styphelioides* vorkommenden Verhältnissen[3]).

---

1) Botanische Zeitung 1860, S. 177 ff.

2) Vergleichende Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Korkes. Pringsheim's Jahrbücher II, S. 39 ff.

3) l. c. S. 99 ff.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 1.

Fig. 1. (450 : 1) *Centradenia floribunda.* Vegetationspunkt mit 2 Blattanlagen.

Fig. 2. (450 : 1) *Centr. florib.* Vegetationspunkt zwischen zwei weit entwickelten Blattanlagen.

Fig. 3. (450 : 1) *Centr. florib.* Vegetationspunkt in Anlegung von Blättern begriffen. Auf der Höhe des zweiten Blattpaares rechts und links je ein Trichom.

Fig. 4. (30 : 1) *Centr. florib.* Bau der Stammspitze im Umriss. b^1 Blätter des jüngsten, b^3 des dritten Paares; in den Achseln des letzteren Sprossanlagen.

Fig. 5. (450 : 1) *Centr. florib.* Vegetationspunkt in der Ansicht, welche der in Eig. 2 dargestellte bieten würde, wenn man ihn um 90° drehte. — Zu beiden Seiten des Vegetationspunktes auf der Höhe des jüngsten Blattpaares Drüsen.

Fig. 6. (450 : 1) *Centr. florib.* Achselspross in der ersten Anlage.

Fig. 7. (450 : 1) *Heterocentron diversifolium.* Vegetationspunkt vor der Anlage von Blättern.

Fig. 8. (30 : 1) *Miconia chrysoneura.* Umriss des Stammendes, b^1 des im Hintergrunde liegenden der jüngsten beiden Blätter, b^3 die des zweiten Paares.

Fig. 9. (270 : 1) *Medinilla Sieboldii.* Vegetationspunkt von zwei Trichomen überdeckt. Bei *a* der kleine Vegetationspunkt.

Fig. 10. (30 : 1) *Medinilla Sieboldii.* Umriss der Stammspitze. b^1 ein jüngstes Blatt; b^2 Blätter des zweiten Paares.

Tafel 2.

Fig. 1. (450 : 1) *Heterocentron roseum.* Vegetationspunkt mit Blattanlagen.

Fig. 2. (30 : 1) *Heter. roseum.* Umriss des Vegetationspunktes; b^2, b^3, b^5 Blätter des 2., 3. und 5. Blattpaares.

Fig. 3. (450 : 1) *Heter. roseum.* Einmal gefundener, abweichend gebauter Scheitel einer Spitze, welche, wie es schien, eben in Blüthenbildung übergehen wollte. Unter 3 scheinbar eine Scheitelzelle.

Fig. 4. (30 : 1) *Melastoma cymosum.* Umriss der Stammspitze. b^1, b^2 wie oben.

Fig. 5. (30 : 1) *Medinilla magnifica.* Umriss des Stammscheitels kurz nach Anlage eines Blattpaares. b^1, b^2 Blätter des jüngsten und zweitjüngsten Paares.

Fig. 6. (30 : 1) *Medin. farinosa.* Umriss der Stammspitze. b^1, b^2 wie oben.

Fig. 7. (270 : 1) *Medin. farinosa.* Zwei Sprossanlagen in der Achsel des 3. Blattpaares. *a* der Vegetationspunkt des ältesten Sprosses.

Fig. 8. (270 : 1) *Medin. magnifica.* Basis eines jungen Blattes. Der stärker gezeichnete Strich begrenzt den der Epidermis entstammenden Gewebe-Complex.

Fig. 9. (18 : 1) *Medin. magnifica.* Hälfte eines Stammscheitels vor Beendigung der Ruheperiode. *p* der primäre Vegetationspunkt. s^1, s^2 Sprossanlagen in der Achsel des dritten Paares.

Tafel 3.

Fig. 1. (270 : 1) *Medinilla farinosa.* Vegetationspunkt der in 2, 6 dargestellten Spitze stärker vergrössert.

Fig. 2. (270 : 1) *Medin. Sieboldii.* Erste Theilungen in der Epidermis der Basis eines jungen Blattes.

Fig. 3. (270 : 1) *Heterocentron diversifolium.* Querschnitt durch eine Stammspitze unter den jüngsten Blattanlagen. Unter diesen die Bündel kleinzelligen Gewebes.

Fig. 4. (270 : 1) *Heter. diversif.* Querschnitt durch eine etwas tiefere Region. Rechts der Wulst eines neu hinzutretenden Blattes mit einem Procambium-Bündel; links der Stengel-Querschnitt mit den beiden Streifen kleinzelligen Gewebes. (Vergl. Text.)

Fig. 5. (450 : 1) *Heter. diversif.* Flächenansicht des Stammscheitels von oben. Rechts und links die Basen der Blattanlagen.

Fig. 6. (270 : 1) *Heter. diversif.* Partie aus einem wenig älteren Zustande, als dem in Figur 3 dargestellten.

Fig. 7. (270 : 1) *Heter. diversif.* Partie aus einem noch weiter entwickelten Zustande. Links unten das junge Bündel, und von diesem ausgehend der Verdickungsring.

Fig. 8. (270 : 1) *Heter. diversif.* Der Ring nebst dem angrenzenden Gewebe in einem etwas älteren Stadium.

Fig. 9. (270 : 1) *Heter. roseum.* Partie aus einem ähnlichen Zustande, wie dem in Fig. 4 dargestellten.

Tafel 4.

Fig. 1. (450 : 1) *Heterocentron diversifolium.* Junges Gefässbündel in dem Ringe. *sp* Spiralgefäss; *sb* Siebröhre; *s* Schutzscheide.

Fig. 2. (450 : 1) *Centradenia floribunda.* Partie aus dem Ringe, welcher ein Bündel führt, in dem schon ein Spiralgefäss entwickelt ist. Oben die Anlage des Markbündels.

Fig. 3. (450 : 1) *Centrad. florib.* Junges Horizontal-Bündel im Knoten des 3. Blattpaares.

Fig. 4. (450 : 1) *Centrad. florib.* Querschnitt durch die Stammspitze unter dem jüngsten Blattpaar. Anlage des Procambiums.

Fig. 5. (450 : 1) *Centrad. florib.* Querschnitt durch ein ähnliches Stadium, in welchem aber die Blattanlagen jünger und daher noch keine Bündel vorhanden sind.

Fig. 6. (270 : 1) *Heterocentron diversifolium.* Anlagen der Markbündel. *a*, *b*, *c*, *d* verschiedene Entwicklungs-Stadien auf demselben Querschnitt.

Fig. 7. (180 : 1) *Heter. diversif.* Gefässbündel mit einem Stück aus dem normalen Holzringe. Zu innerst (in d. Fig. nach oben) liegt der innere Phloem-Theil; hierauf folgt der Holztheil mit dem radial gereihten Libriform; darauf das Cambium und der hier nur schwach entwickelte äussere Phloem-Theil. *sb* Siebröhren; *gf* Gefässe; *s* Schutzscheide.

Fig. 8, 9 u. 10. (550 : 1) *Centradenia floribunda.* Secundär-Wände in einer Siebröhren-Mutterzelle.

Fig. 11, 12 u. 13. (550 : 1) *Heterocentron roseum.* Siebröhren im Querschnitt. Bei 11 und 12 die verschiedenen Wanddicken, bei 13 zwei nachträgliche Theilungen.

Fig. 14. (270 : 1) *Heterocentron diversifolium.* Mutterzelle, in welcher nur eine Tochterzelle zur Siebröhre geworden ist.

Fig. 15, 16 u. 17. (450 : 1) *Heter. roseum.* Siebröhren im Längsschnitt. Fig. 15 nach einem Präparat, das einem lebenden Zweige entnommen ist; der dunkle, schraffirte Theil stellt den Primordial-Schlauch dar. Fig. 16 und 17 nach aus Alkohol entnommenen Präparaten. Von den Enden der Siebplatten gehen die zarten Secundär-Wände aus.

Fig. 18. (270 : 1) *Heter. diversif.* Anlage eines horizontalen Markbündels im Knoten.

Tafel 5.

Fig. 1. (180 : 1) *Heterocentron roseum.* Partie aus einem Schnitt durch Rinde und Holzkörper. Unten die Rinde, *s* die Schutzscheide, *k* Anlage des Korkes; oben der von einer Scheide dickwandiger Zellen umgebene innere Phloem-Theil eines Gefässbündels.

Fig. 2, 3, 4, 5. (450 : 1) *Heter. diversif.* Entwicklung des verticalen Rindenstranges. *sr* Siebröhren; *g* Gefässe.

Fig. 6. (270 : 1) *Heter. diversif.* Fertiger kleiner Holzkörper in der Rinde; das Holz ist ringsum ziemlich gleichmässig entwickelt. *cb* Cambiform im Innern; *s* Schutzscheide.

Fig. 7. (180 : 1) *Heter. roseum.* Längsschnitt durch den äussern Theil des Holzkörpers. Rechts zwei Rindenzellschichten, darauf die Schutzscheide *s*; k^1 und k^2 äussere und innere Korkzellschicht; *rp* secundäres Rinden-Parenchym mit Stärke.

Tafel 6.

Fig. 1. (450 : 1) *Centradenia floribunda.* Verticaler Rindenstrang. Zu innerst etwas Cambiform; darauf zerstreut oder in Gruppen die Gefässe; *sp* diejenigen, von deren Schraubenbande auf dem Querschnitt nur ein Stück sichtbar ist.

Fig. 2. (270 : 1) *Heterocentron roseum.* Markbündel im Querschnitt. *sr* Siebröhren; *z* Zellen der Scheide.

Fig. 3. (270 : 1) *Heter. diversif.* Markbündel. *g* Gefässe; *sb* Siebröhren.

Fig. 4. (270 : 1) *Centradenia floribunda.* Markbündel. In der Mitte

Cambiform; *sp* abgerolltes Spiralgefäss; an der Peripherie die Gruppen von Siebröhren.

Fig. 5. (270 ; 1) *Medinilla magnifica.* Markbündel. Zu innerst Gefässe, *g*, und Holz; um dieses Cambium und Weichbast.

Fig. 6. (450 : 1) *Lasiandra petiolaris.* Rindenstrang. *g* Gefässe; *w* Weichbast.

Fig. 7 u. 8. (270 : 1) *Heter. roseum.* Fig. 8 Anlage des Korkes in der äussersten Cambial-Schicht bei *k*. Fig. 7 die mittlere der drei Korkzellen nach Annahme der tafelförmigen Gestalt, bei *s* Schutzscheide.

Fig. 9. (270 : 1) *Lasiandra petiolaris.* Aehnlich dem in Fig. 7 dargestellten Zustande.

Fig. 10. (160 : 1) *Medinilla farinosa.* Entstehung des Korkes, *k*, in der äussersten Rindenzellschicht.

Fig. 11. (160 : 1) *Melastoma cymosum.* Korkbildung in der Epidermis, bei *k*.

Tafel 7.

Fig. 1. (30 : 1) *Centradenia floribunda.* Anordnung der Stränge auf dem Stammquerschnitt. *m*, *m* die Median-Stränge des nächstoberen Blattpaares; $m^1 m^1$ die des zweithöhern.

Fig. 2. (30 : 1) *Centr. florib.* Vorgänge im Knoten in der Horizontal-Projection. *m*, m^1 wie früher; *l'*, *l'* Lateral-Stränge 1. Ordnung; *l''* *l''* Lateral-Stränge 2. Ordnung; *v* die verticalen Rindenstränge im Querschnitt; *h* die Horizontal-Bündel im Knoten; *s* Sympodial-Stränge.

Fig. 3. (30 : 1) *Centr. florib.* Querschnitt durch die Blatt-Basis. Bezeichnungen wie vorhin.

Fig. 4. *Centr. florib.* Schema des Verlaufs der Gefässbündel des Normal-Kreises, in Form eines abgerollten Cylinders dargestellt. Bezeichnungen wie oben.

Fig. 5. (30 : 1) *Heterocentron roseum.* Schema des Spurstrangverlaufs, nach einer halbirten Stammspitze direkt mit dem Prisma entworfen. b^1, b^3, b^5 Blätter des 1., 2. u. 3. Paares. Sonstige Bezeichnungen wie oben.

Fig. 6. (45 : 1) *Heter. roseum.* Jugendlicher Stammquerschnitt; die Flügel sind noch wenig entwickelt. Bezeichn. wie sonst.

Fig. 7. (39 : 1) *Centradenia rosea.* Anordnung der Stränge im jungen Stammquerschnitt. a, a^1 die Ober-, b, b^1 die Unterseiten des Stammes. Sonstige Bezeichn. wie oben.

Fig. 8. (30 : 1) *Centr. rosea.* Querschnitt eines kleinen Blattes.

Fig. 9. (30 : 1) *Centr. rosea.* Querschnitt eines grossen Blattes.

Fig. 10. (30: 1) *Centr. rosea.* Schema des Strangverlaufs nach einer halbirten' Stammspitze entworfen. b^1 das eine der jüngsten Blätter; sonstige Bezeichn. wie oben.

Fig. 11. *Centr. grandifolia.* Vorgänge im Knoten in der Horizontal-Projection. Bez. wie sonst; *p* Cortical-Stränge. Markbündel nicht dargestellt.

Fig. 12. *Centr. grandif.* Verlauf der Stränge aus der Basis des grossen Blattes in den Stamm, in der äussern Längsansicht. Bezeichn. wie sonst. Die punktirten Linien bedeuten die von oben kommenden, nun verschränkt laufenden Stränge.

Tafel 8.

Fig. 1. *Heterocentron diversifolium.* Schema des Spurstrangverlaufs. Bez. wie sonst.

Fig. 2. *Heter. diversif.* Schema des Verlaufs der Rindenstränge. Bezeichn. wie früher.

Fig. 3. (45 : 1) *Heter. diversif.* Stammquerschnitt. *c* Schenkel des im zweiten Knoten getheilten Median-Stranges.

Fig. 4. *Heter. diversif.* Eintritt der Blattspurstränge in den Holzkörper in der Horizontal-Projection. Während des Eintritts legen sich in allen vier Ecken *l* und *c* an *s*, die Sympodial-Stränge; m^1 spaltet sich in je zwei Schenkel, und die neue Spur selbst theilt sich in drei Bündel.

Fig. 5. (45 : 1) *Heter. diversif.* Querschnitt durch die Blatt-Basis.

Fig. 6. (30 : 1) *Lasiandra petiolaris.* Anordnung der Bündel im Querschnitt. *p* Cortical-Strang.

Fig. 7. *Lasiandra petiol.* Schema des Spurstrangverlaufs.

Fig. 8. (30 : 1) *Lasiandra petiol.* Querschnitt durch die Blatt-Basis.

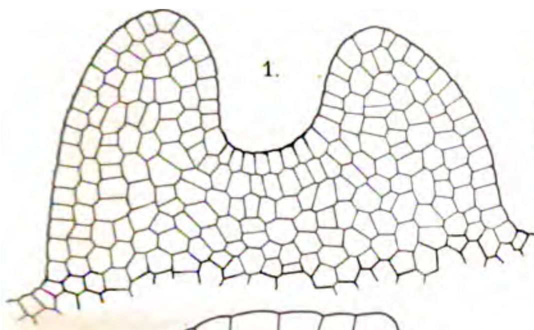
Fig. 9. *Centradenia grandifolia.* Anordnung der Bündel auf dem Querschnitt des weiter entwickelten Stammes.

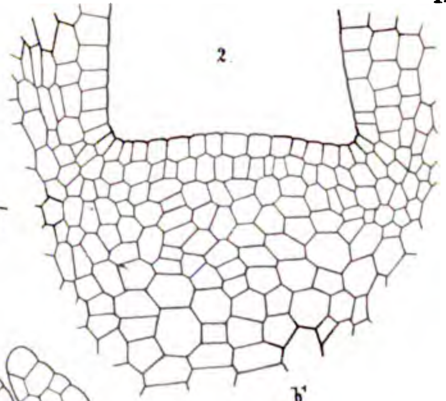
Fig. 10. *Centr. grandif.* Querschnitt durch die Basis des kleinen Blattes.

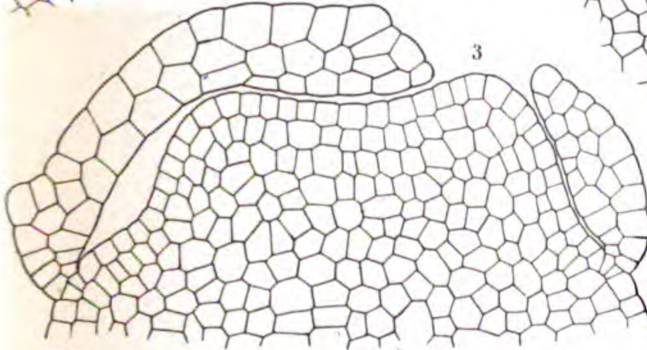
Fig. 11. *Centr. grandif.* Querschnitt durch die Basis des grossen Blattes.

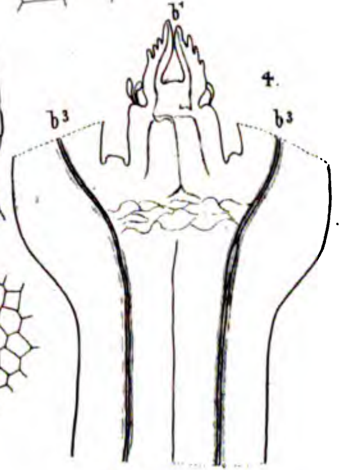
Sämmtliche Figuren, mit Ausnahme der wenigen schematischen Bilder auf Taf. 7 und 8, sind entweder direkt mit der Camera lucida entworfen, oder nach in dieser Art hergestellten grösseren Bildern im verkleinerten Maassstabe gezeichnet. In den Figuren 8 und 10 auf Taf. 1 und 4, 5 und 6 auf Taf. 2 sind die Trichom-Bildungen nicht dargestellt, sondern nur die Stammumrisse angedeutet.

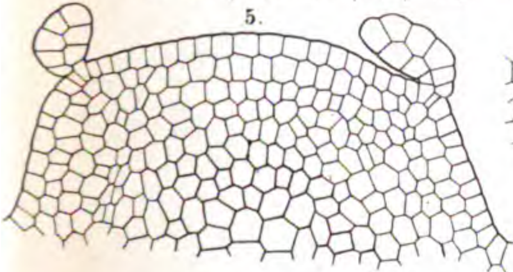
Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

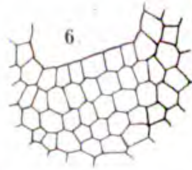


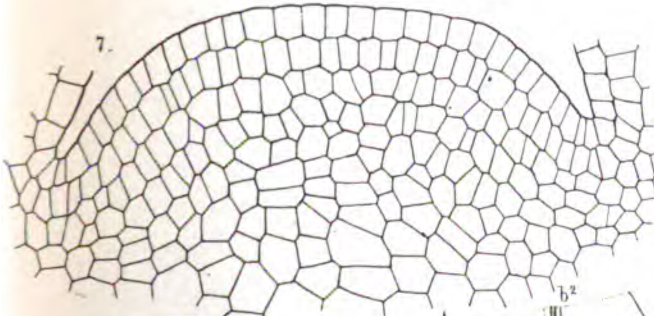


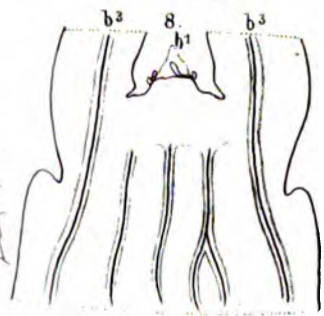


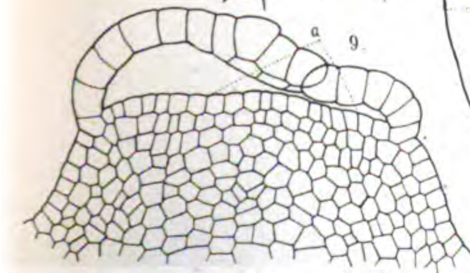


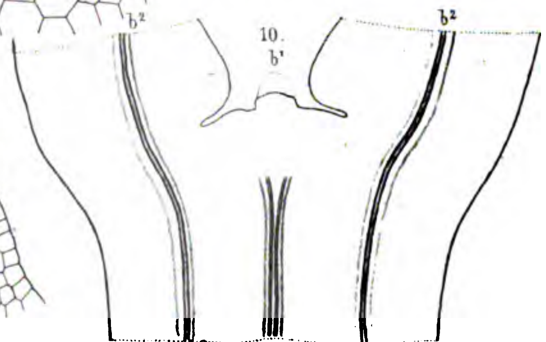








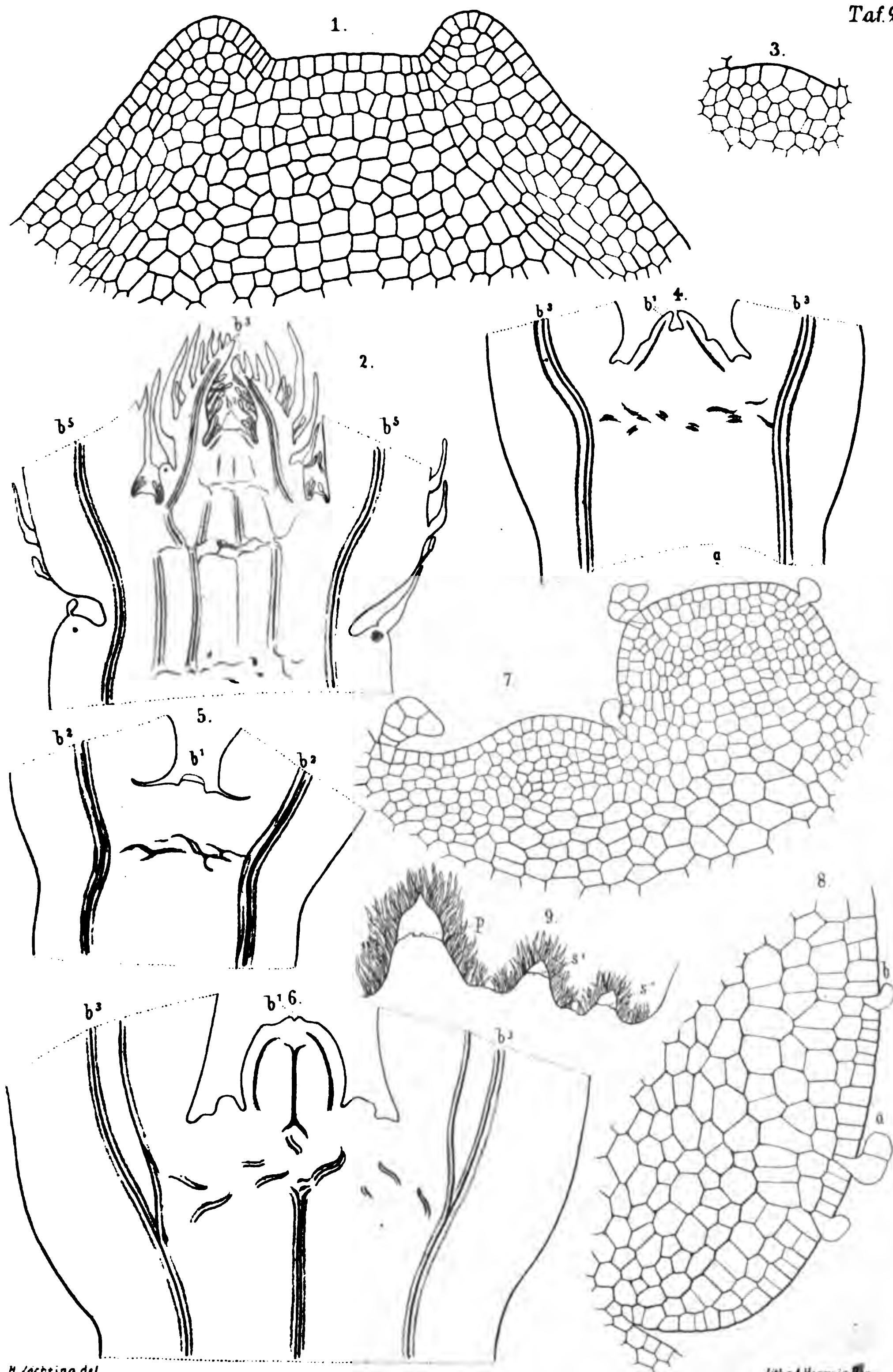




H. Vöchting del.

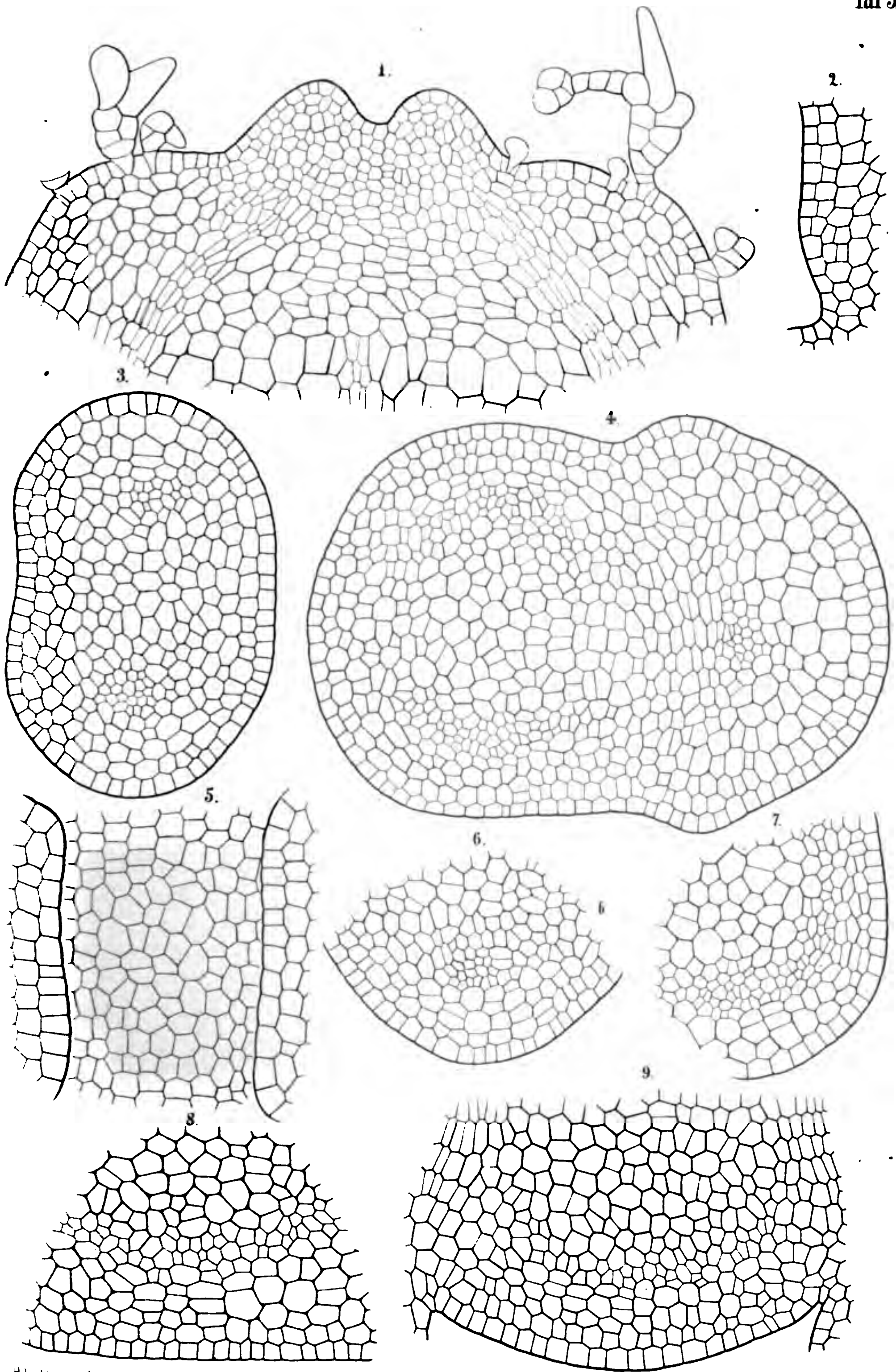
Lith. d. A. Henry, in Bon.

Taf. 2.



H. Vöchting del.

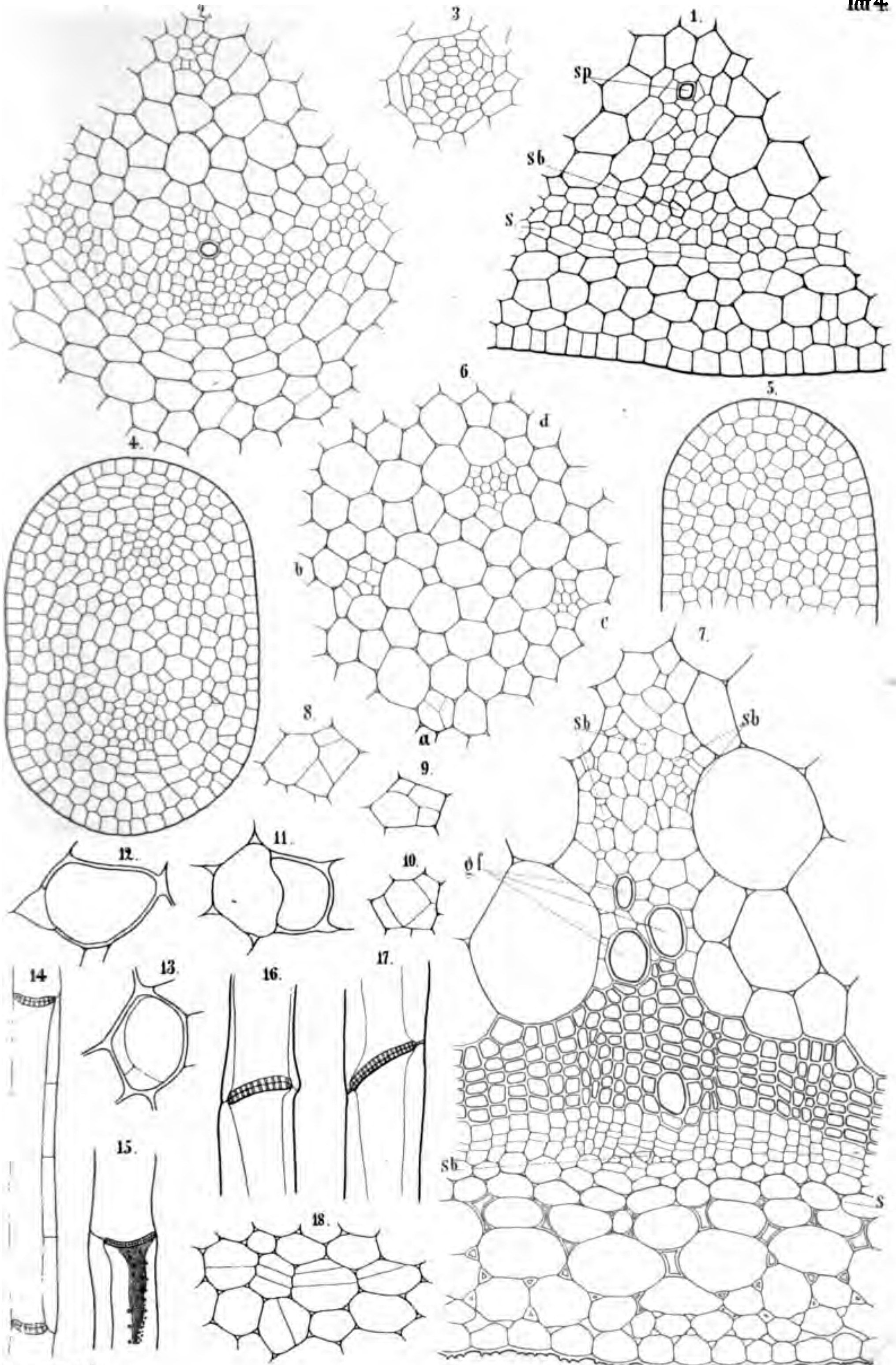
Lith. v. A. Henry in Bonn



H Vöchting del.

Lith v A Henry in Bonn

Taf 4.



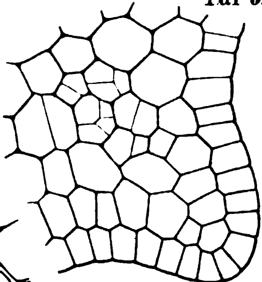
H. Vöchting del.

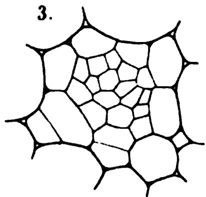
Lith. v. A. Henry in B.

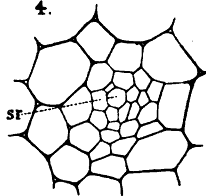
1.

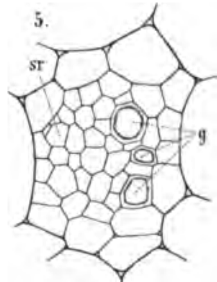
k

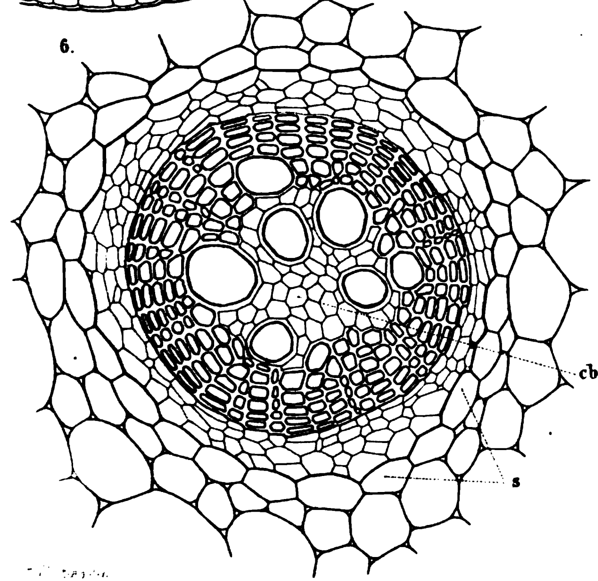
s

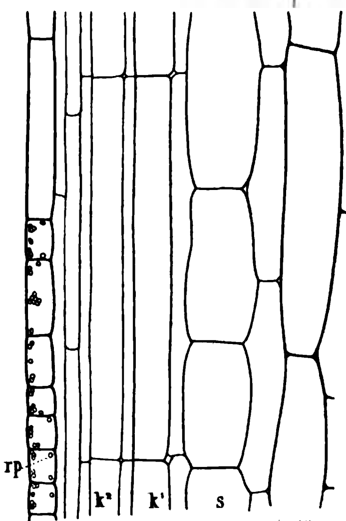




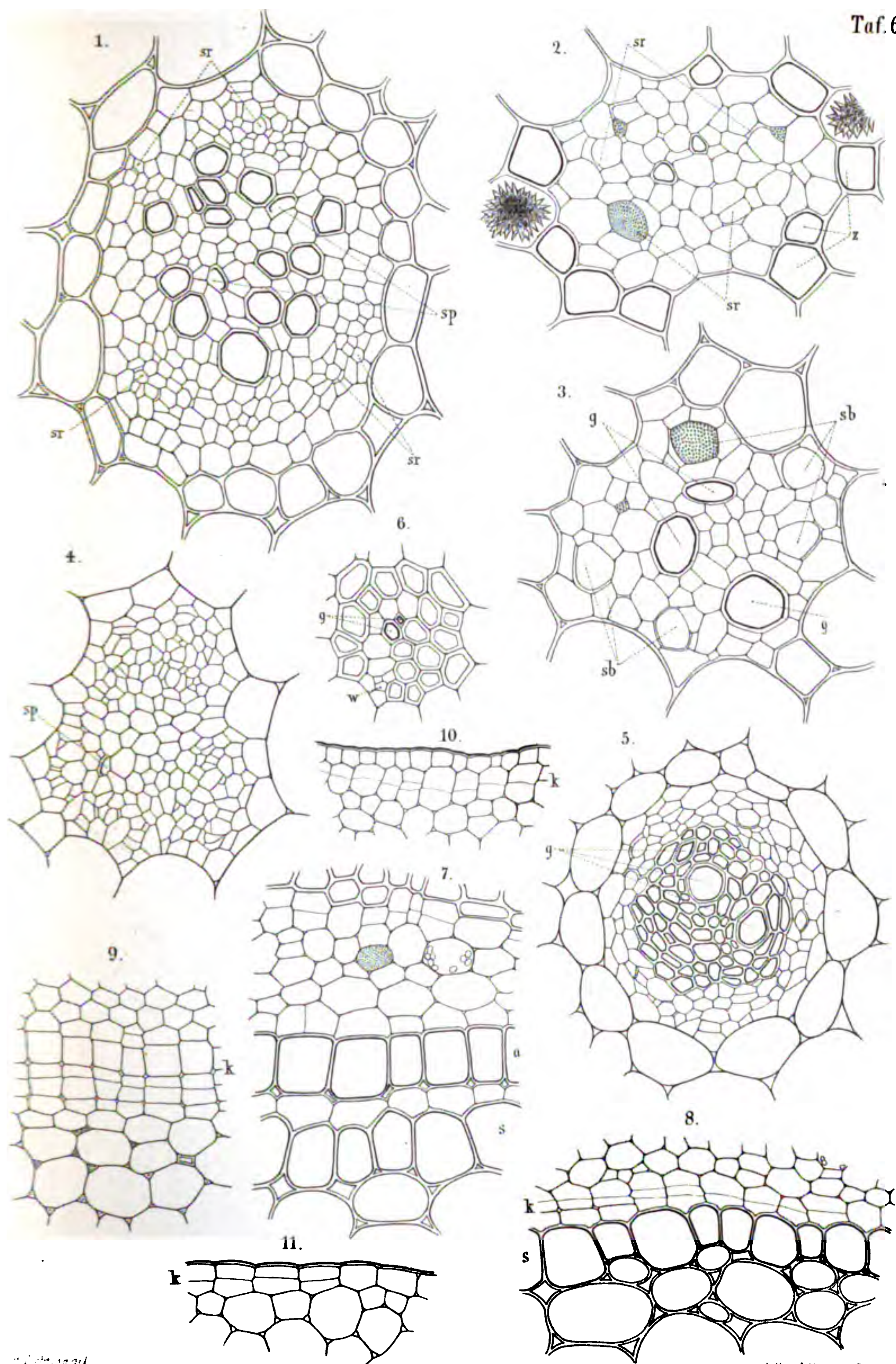


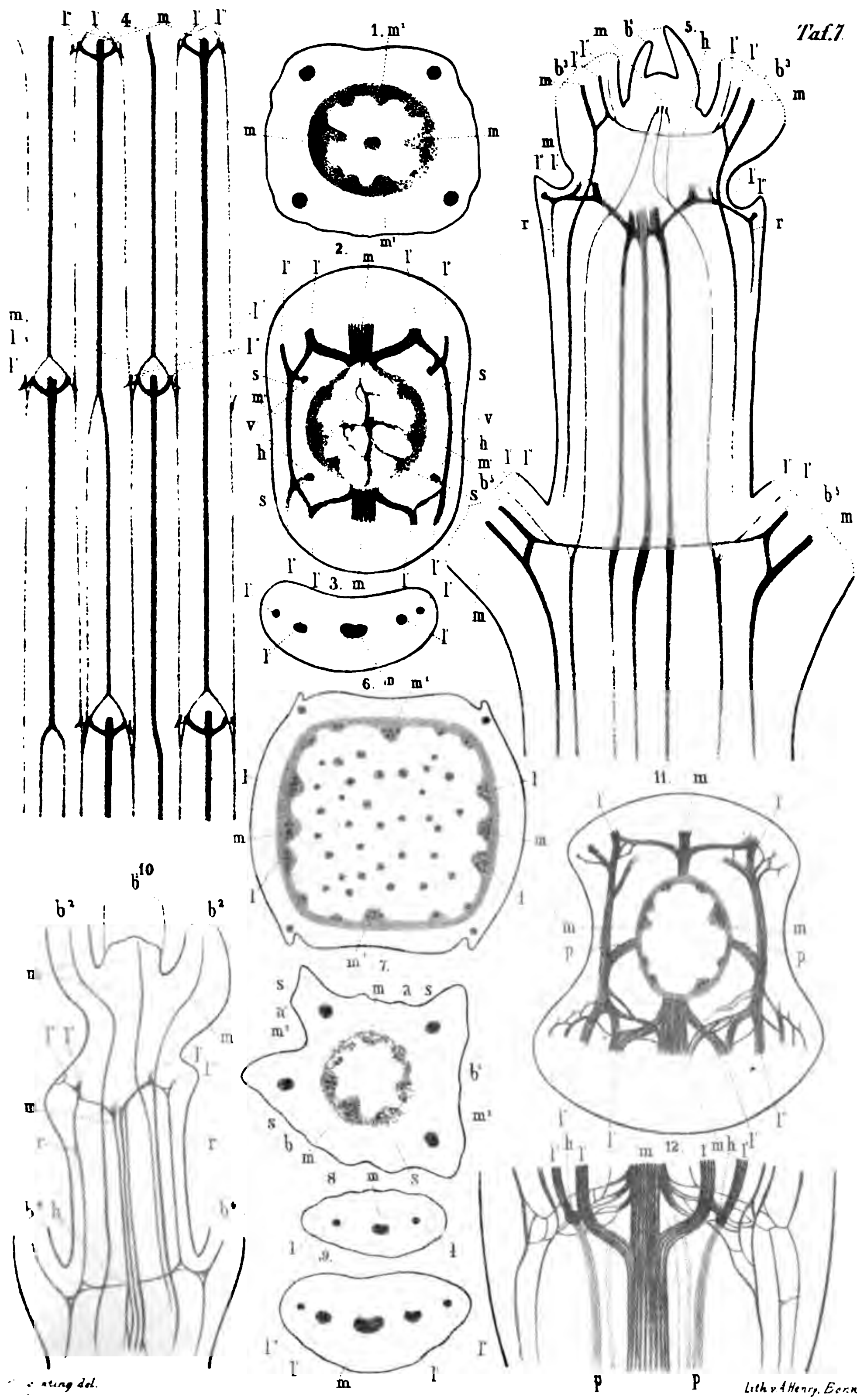


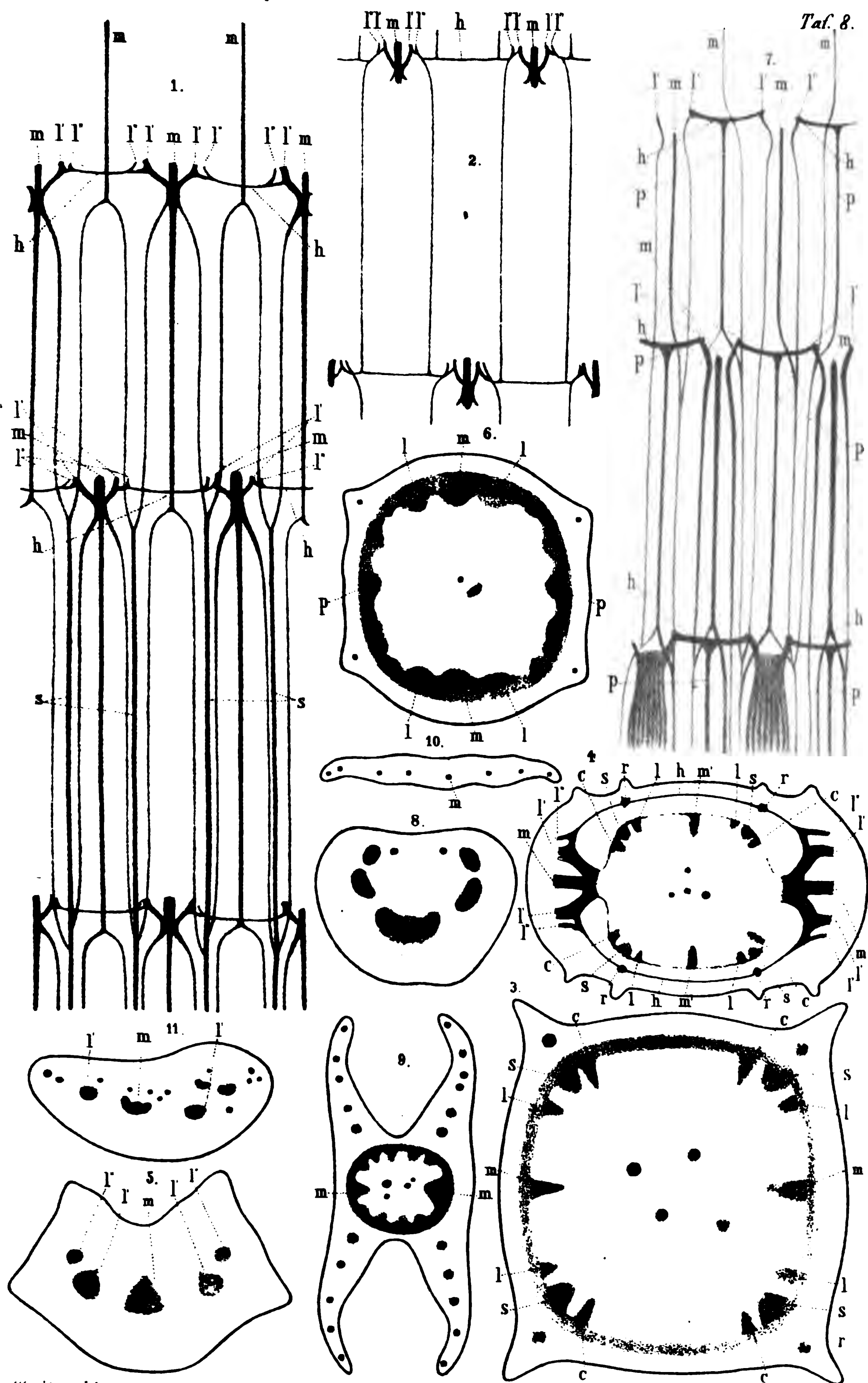




Lith. v. A Henry in Bonn


Taf. 6.
1.
sr
sp
sr
sr
2.
sr
z
sr
3.
g
sb
g
sb
4.
sp
6.
g
w
10.
k
5.
g
7.
a
s
9.
k
8.
k
s
11.
k
Lith v. A. Henry in Bonn


Taf. 7
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8
9.
10
11.
12.
ating del.
Lith v A Henry, Bonn



1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
H. Vöchting del.

BOTANISCHE ABHANDLUNGEN

AUS DEM GEBIET

DER MORPHOLOGIE UND PHYSIOLOGIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. JOHANNES HANSTEIN,

PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT BONN.

DRITTER BAND.

ZWEITES HEFT.

Die Blüthe der Compositen
von Dr. Eug. Warming.

BONN,

BEI ADOLPH MARCUS.

1876.

DIE BLÜTHE DER COMPOSITEN.

VON

DR. EUG. WARMING
IN KOPENHAGEN.

MIT 9 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BONN,
BEI ADOLPH MARCUS.
1876.

Uebersicht des Inhalts.

Die Blüthen der Compositen.

Ueber die Morphologie der Compositen-Blüthe liegt jetzt schon eine sehr grosse Literatur vor. Ausser den älteren vorzüglichen Arbeiten von Cassini und Rob. Brown haben wir in der neueren Zeit eine Reihe guter Arbeiten erhalten, die auf verschiedene Weise zur Kenntniss derselben beigetragen haben, so namentlich die von Buchenau, Payer, Koehne und Hänlein. Es dürfte daher überflüssig scheinen, schon jetzt eine neue Arbeit erscheinen zu lassen; man könnte denken, es wäre die Entwickelung und der Bau schon so vollständig bekannt, dass nur noch wenige und unbedeutende Beiträge geliefert werden könnten. Dieses ist aber gewiss nicht der Fall; die Familie ist eine so ungeheure, der Formenreichthum ein so grosser, dass noch Vieles zu thun sein wird, ehe wir zu Ende sind. Der Beitrag, den ich hier zu liefern suche, wird auch nur ein Bruchstück sein können; an verschiedenen Punkten würde es wohl lohnend gewesen sein, weiter zu gehen, allein ich wurde durch andere Untersuchungen, die mir näher lagen, davon abgehalten, dies auszuführen. Die Punkte, worauf ich meine Aufmerksamkeit besonders richtete, waren die histologische Entwickelung und die Stellungsverhältnisse der Pappus-Körper; die Frage nach dem morphologischen Werthe derselben. Dann habe ich auch die Entstehung der Spreuborsten u. s. w., des Receptaculum, die Entwickelung der Blüthe im Allgemeinen und mehrere andere Verhältnisse mit in Betracht ziehen müssen. Die Resultate werden im Folgenden mitgetheilt, durch eine kleine Zahl meiner Zeichnungen näher erklärt.

I. Receptaculum.

Entstehungsfolge der Blüthen. Bekleidung des Receptaculum.

Ueber die Entwickelung des Receptaculum habe ich früher [1]) einige Beobachtungen publicirt, zu denen ich wenig Neues zu fügen habe. Die Stengelspitze, die sich zur Bildung eines Köpfchen anschickt, verliert ihren regelmässigen inneren Bau mit mehreren Periblem-Schichten und einem oft recht schön abgesetzten Plerom; sie wird breiter, mehr halbkugelig, und unter dem Dermatogen erhalten sich gewöhnlich nur noch 1 oder 2 regelmässige Periblem-Schichten; alles Uebrige wird ein unordentliches oder mehr in senkrechten Reihen geordnetes Parenchym, in welchem lufterfüllte Intercellular-Räume oft in grosser Mächtigkeit auftreten; bei einigen wird das ganze Receptaculum durch Zerreissen des Gewebes und Zusammenfliessen der Intercellular-Räume völlig hohl; das Receptaculum und der Köpfchenstiel von *Centaurea Jacea* bestehen aus einem schwammigen Gewebe, dessen Zellwände theilweise stark verdickt und mit zahlreichen tiefen Porenkanälen versehen sind.

Der in dem noch ganz jungen Receptaculum deutlich nachweisbare Vegetations-Punkt (die Initial-Zellgruppe Hanstein's) ist in dem älteren völlig erloschen, das Wachsthum ist nun noch ein diffus interkalares, und dieses Stadium ist oft schon eingetreten, ehe die ersten Blüthen zum Vorschein kommen. Es ist schwierig zu sagen, ob die Spitze der Axe nicht oft später von einer Blüthe occupirt wird, die also gerade über der Stelle des erloschenen Vegetations-Punktes zu stehen kommt; doch ist es mir mehr wie wahrscheinlich, dass dies oft der Fall ist, dass wir somit eine terminale Blüthe des Köpfchen haben, die dennoch als eine Neubildung und nicht als directe Fortsetzung der Axenspitze, durch die Arbeit des alten Vegetations-Punktes entstanden, zu betrachten ist [2]).

---

1) Recherches sur la ramification des Phanérogames, in den Schriften der dän. Gesellsch. d. Wissensch. Sér. V, Bd. X, Tab. I und II. Im folgenden gewöhnlich nur als »Ramification« citirt.

2) Ueber die pseudoterminalen Blüthen der Pflanzen aus der Polygamia segregata vergl. Buchenau Bot. Ztg. 1872.

Entstehungsfolge der Blüthen. Die Blüthen entstehen in jedem Köpfchen typisch immer in centripetaler spiraliger Folge. Doch soll nach Hänlein[1]) das Köpfchen von *Broteroa trinervata* eine Ausnahme machen, indem eine Anzahl von Höckern an dem Köpfchen »in akropetaler Reihenfolge und später auch intercalar« entstehen, »welche entweder einfach bleiben und dann unmittelbar eine Blüthe produciren, oder die zum Theil im ganz jungen Zustande schon wieder Zweige mit je einer Blüthe entwickeln«. Leider konnte ich diese Pflanze nicht untersuchen. Nur an ganz vereinzelten Pflanzen war ich darüber in Zweifel, ob alle Blüthen rein akropetal entstanden, ohne dass eine oder mehrere unter anderen höher liegenden angelegt wurden, z. B. bei *Gnaphalium uliginosum*. Das Receptaculum wird fast kugelförmig, ehe die Involucral-Blätter angelegt sind; die äussersten (weiblichen) Blüthen erscheinen zuerst und centripetal; die centralen (Zwitter-)Blüthen sind aber vom ersten Hervortreten an weit grösser als jene und machen daher den Eindruck, als ob sie wenigstens früher als die obersten der weiblichen Blüthen angelegt werden (Taf. 8, Fig. 28, 29); ich habe aber noch nicht den Beweis führen können, dass dieses wirklich der Fall ist, und muss es einstweilen dahingestellt sein lassen. Bei *Tussilago Farfara*, bei der man schon im August weit entwickelte Köpfchen finden kann, herrscht ein ähnlicher sehr bedeutender Grössenunterschied zwischen den peripherischen, weiblichen und den centralen, hier männlichen Blüthen, welche die grössten sind (8, 15, 16); jene entstehen vor diesen, ob alle, ist mir aber auch unentschieden geblieben.

Aehnliche Grössen- und Entwickelungsunterschiede wie diese, welche in der frühesten Jugend beobachtet werden, dauern noch lange zwischen den Blüthen verschiedenen Geschlechts. So ist bei *Gnaphalium uliginosum* die Axe der weiblichen Blüthen eben becherförmig geworden, wenn die Zwitterblüthen schon Staubblattanlagen haben (8, 27 und 28); während jene keine Spur von Kelch aufweisen können, ist ein solcher schon bei diesen angelegt. Wenn die weiblichen Blüthen von *Tussilago* eben nur Krone und einen sehr schwachen Kelch haben, sind die männlichen nicht nur mit Krone und Kelch, sondern auch mit

1) F. H. Hänlein, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Compositen-Blüthe. In Schenk und Lüerssens »Mittheilungen«, 1874.

Staubblättern ausgestattet, und an dem Kelche sind die ersten Pappus-Körper schon angelegt (8, 16), und wenn diese schon gelbliche Kronen und langen Pappus haben, sprosst letzter eben hervor bei jenen und die Krone ist ganz blass. Die Entwickelungsthätigkeit wird also zu einer Zeit grösser im Centrum des Köpfchens, und dies zeigt sich sowohl darin, wie die Fig. 16 und 29 zeigen, dass die innersten von den weiblichen Blüthen, obgleich jünger, doch den peripherischen etwas voraus eilen, wie auch in der bei *Tussilago* im Centrum des Köpfchens lebhafteren Bildung der Receptacular-Processe (f, Fig. 16).

Dass die centralen, gewöhnlich hermaphroditischen Blüthen den peripherischen weiblichen oder geschlechtslosen vorauseilen, habe ich auch anderswo bemerkt, z. B. bei *Erigeron*, wo man finden kann, dass die Pappus-Haare der Zwitterblüthen schon begonnen haben, an der Spitze Zähne zu bilden, wenn die der kleineren weiblichen nur halb so lang und ganz glatt sind; ferner bei *Aster Tripolium*, bei *Bidens*, *Senecio vulgaris*, *Pyrethrum corymbosum*, *Anthemis arvensis* (vergl. Taf. 2, Fig. 2 in meinen Recherches sur la ramification), *Centaurea Cyanus* und *C. Scabiosa* u. a.; wenn die Zwitterblüthen von dieser letzten Art schon Anlage des Ovulum und deutlichen Kelch mit Pappus-Anlagen haben, sind die (sterilen) Randblüthen nur halb so hoch und haben einen viel unbedeutenderen Kelch [nebst Andeutungen von Fruchtblättern?]

Köhne hat dieses Verhältniss sehr wohl bemerkt und erwähnt[1]); er scheint es bei folgenden beobachtet zu haben: *Silphium*, *Helianthus*, *Rudbeckia*, *Gaillardia*, *Calendula* und *Centaurea Cyanus*. Wenn er aber in einer Note schreibt: »Dasselbe« (d. i. dass die strahlförmig sich ausbildenden Randblüthen in der Entwickelung hinter den jüngeren Mittelblüthen eine Zeit lang zurückbleiben) »kommt übrigens auch vor bei Randblüthen, die sich nicht strahlenförmig ausbilden; es scheint von einem durch die Hüllblätter ausgeübten Druck herzurühren«, dann wird diese Erklärung wohl nicht völlig hinreichen, obgleich der Druck auch von Bedeutung sein kann. Denn es bleibt dann unbegreiflich, warum es nur die Strahlenblüthen sein sollen, welche diesem Druck nachgeben, und nicht zugleich die äusseren Zwitterblüthen der Radiaten;

1) Köhne: Ueber Blüthenentwickelung bei den Compositen. Berlin, 1869; pg. 20—21.

warum dasselbe nicht zugleich allgemein bei den Randblüthen der *Cynareen*, *Cichoriaceen* und anderen mit zwitterblüthigen Köpfchen versehenen Gattungen vorkommt; warum endlich nicht nur die aller äussersten der weiblichen Blüthen von *Tussilago* und *Gnaphalium* retardirt werden, sondern alle diese hinter den centralen zurückstehen. Es zeugen diese beiden Gattungen bestimmt davon, dass zum grossen Theile die erwähnten Unterschiede in Anlagegrösse und Entwickelungskraft mit dem Geschlecht der Blüthe in Verbindung stehen, und es wird ferner specieller, als ich es gethan habe, darauf zu achten sein, ob solche Differenzen in Grösse u. s. w. sich anderswo finden als da, wo Differenzen im Geschlecht der Blüthen vorhanden sind. Auch der von Köhne angeführte Ausnahmefall spricht für diese Meinung; bei *Senecio cordatus* ist »die Randblüthe in den ersten Stadien nicht auffallend von den Mittelblüthen unterschieden, weder in Grösse, noch in Gestalt; Blumenblätter und Staubblätter werden in ganz normaler Weise« (d. h. wie in den Röhrenblüthen) »angelegt«; erst später abortiren die Staubblätter und die beiden hinteren Kronblätter. Die Randblüthen sind also den Zwitterblüthen weit näher stehend als gewöhnlich. Ich vermuthe, dass *Doronicum macrophyllum* ganz dasselbe zeigen wird, weil auch hier die Staubblatt-Rudimente bisweilen so weit entwickelt werden können, dass einige Pollen-Körner ausgebildet werden, und die Randblüthen deutliche Zwischenformen zwischen den Zwitterblüthen und den gewöhnlichen zungenförmigen weiblichen bilden (vergl. Hildebrand, Geschlechtsverhältnisse p. 25). Uebrigens darf man bei Erwägung dieser Verhältnisse nicht vergessen, dass die oberen Blüthenköpfe von *Echinops* den unteren gleichartigen um ein Beträchtliches voraus eilen (Hänlein, l. c., pg. 7). Bei den zwitterblüthigen *Cynareen* und *Cichoriaceen* geht die Entwickelung und Grösse der Blüthen gewöhnlich ihrer centripetalen Anlage genau parallel. Dass die peripherischen sterilen Blüthen von *Centaurea* u. a. Compositen als abortirte weibliche zu betrachten sind, ging schon aus Hildebrand's Beobachtungen hervor, besonders daraus, dass die Randblüthen von *C. Scabiosa* (l. c. S. 57 und 82) bisweilen weiblich werden; durch die Thatsache, dass sie auch in Grösse einstweilen hinter den hermaphroditischen bedeutend zurückbleiben, erhält dieses Bestätigung.

Im Allgemeinen kann bemerkt werden, dass der Unterschied im Entwickelungsgrade zwischen den jüngsten und den ältesten Blüthen

eines jungen Köpfchens sehr verschieden sein kann. Hänlein bespricht dieses (l. c. 7), scheint aber nicht bemerkt zu haben, dass dieses offenbar im Allgemeinen genommen in Relation zu der Form des Receptaculum steht. Wo dieses anfangs sehr hoch und stark kuppel- oder kegelförmig ist, haben die äussersten Blüthen oft alle Organe angelegt, während das Centrum des Köpfchens noch nackt ist z. B. bei *Sogalgina, Bidens, Corcopsis, Matricaria, Pyrethrum, Grangea, Calendula, Tragopogon, Catananche*; auch *Acicarpha spathulata* kann hier genannt werden, derer Köpfchen anfänglich fast ährenförmig ist. Es wird noch näher zu untersuchen sein, ob nicht die mit ächten Bracteen versehenen Köpfchen ein höheres Receptaculum haben — im Allgemeinen genommen — als diejenigen, deren Receptaculum mit Spreuborsten oder Haarbildungen versehen ist; sollte es sich bestätigen, was ich glaube, so dürfte man dem Zusammentreffen dieser Verhältnisse vielleicht einen phylogenetischen Hintergrund geben: diese Gattungen stehen in diesem Punkte den Vorfahren der jetzigen Compositen, deren Blüthenstand vielleicht eine mit Bracteen versehene Aehre war, am nächsten (teratologische Thatsachen würden doch mehr für eine Dolde sprechen).

Einen weit geringeren Alters- und Grössenunterschied zwischen den peripherischen und centralen Blüthen finde ich, wo das Receptaculum flacher ist, wie bei *Cirsium, Carduus, Centaurea, Lampsana, Erigeron, Helminthia, Sonchus, Senecio* u. A.

Bekleidung des Receptaculum. Die Involucral-Blätter dienen als Stützblätter für die Blüthen entweder alle wie bei *Tragopogon, Tagetes, Xanthium* (♀) u. A., oder nur die inneren; in dem ersten Falle müsste man involucrumlose Köpfchen annehmen, wenn man, einseitig, die Sterilität der Involucral-Blätter als das wesentlichste Merkmal derselben betonen würde. Wie bekannt, haben viele Gattungen Bracteen an den Blüthen, und diese gehen oft äusserst leise in die Involucral-Blätter über, wie bei *Zinnia* u. a. Die Bildungszeit dieser Bracteen ist verschieden in Relation zu der ihrer Blüthen. Köhne hat dieses zuerst bestimmt hervorgehoben (l. c. 15—18); später habe ich (»Ramification«) und Hänlein dasselbe besprochen.

Bei einigen entsteht die Bractee vor der betreffenden Blüthe; dahin gehört *Rudbeckia*, die wir alle drei untersucht haben *(R. laciniata, R. Neumanni* u. a.); ich habe sie früher hinreichend besprochen und

habe durch Abbildungen gezeigt, dass das Blatt vorhanden ist, ehe irgend welche Zelltheilung die Entstehung der Knospe andeutet. Schon etwas geringer ist das Intervall zwischen Anlegung des Blattes und der Knospe bei z. B. *Heliopsis*, *Dahlia*, *Coreopsis*. Der zuerst erscheinende Höcker wird sehr schnell nach oben sanft abfallend, während er nach unten (aussen) eine schroffe Böschung hat; damit ist oben die Entstehung der Knospe angedeutet, und indem der Höcker sich noch weiter erhebt, tritt eine Trennung zwischen den beiden Gliedern hervor, eine sanfte Furche scheidet die Knospe von dem, einstweilen noch grösseren, Blatte. Dass Knospe und Blatt am Grunde typisch etwas verbunden auftreten, und wie dasselbe an anderen Stellen wiederkehrt, habe ich (l. c.) hinreichend besprochen.

Noch mehr gleichzeitig differenziren Blatt und Knospe sich aus einem gemeinsamen Höcker heraus z. B. bei *Zinnia*, und endlich kommt der Fall vor, dass das Tragblatt nach der Blüthe entsteht. Bei *Callistephus Chinensis* »wächst das Tragblatt scheinbar mit grösster Deutlichkeit erst aus dem zugehörigen Achselspross hervor«, sagt Köhne (p. 17), der dieses Verhältniss als ein primitives Vereintwachsen der beiden gleichzeilig angelegten Glieder betrachtet. Ich fasste dagegen die Sache so auf, dass das Blatt hier wirklich nach der Knospe angelegt wird, und gewissermassen, da es an ihr entsteht, als ihr erstes Blatt zu betrachten ist, und dieser Auffassung schliesst sich Hänlein an (l. c. 11). Neuerlich hat Frank dieselbe Frage berührt[1]), ohne, wie es scheint, meine und Hänlein's Untersuchungen zu kennen. Er stimmt mit Köhne darin überein, dass das Blatt nur scheinbar nach der Knospe entsteht, weil der Höcker, der als erste Anlage auf der Axe der Inflorescenz erscheint, beiden gehören soll. Diese jüngsten Höcker (in dem Köpfchen von *Hypochœris radicata)* haben kreisrunde Grundfläche; an etwas älteren tritt die basipetale Böschung in etwas stärkerer Krümmung hervor, und »diese Partie stellt die erste Anlage der Palea dar«. »Noch deutlicher erkennt man aber auf dem Längsschnitte durch junge Blüthenköpfchen, dass sich das Spreublatt erst aus einem grösseren Höcker, dessen Hauptheil zur Blüthenanlage wird, herausarbeitet«. Er würde es aber noch deutlicher durch Ver-

---

1) Pringsheim's Jahrbücher, X. Bd., Heft 2, S. 237, in seiner Abhandlung: »Ueber Entwickelung einiger Blüthen«.

folgung der histologischen Entwickelung erkannt haben. Wie meine Figuren (»Recherches sur la ramification etc.«, tab. II, Fig. 1, 2, 6—10) zeigen, besteht der junge Blüthenhöcker bei *Anthemis arvensis* aus zwei Zellschichten und einem darunter liegenden vorzugsweise aus der 2. Periblem-Schicht hervorgegangenen Parenchym; wenn die erste Andeutung zum Blatte zu finden ist, zeigen sich wenige Zelltheilungen in der 1. Periblem-Schicht an der basipetalen Böschung der Knospe, und so wohl bei dieser als bei anderen Gattungen habe ich gesehen, dass sich auch an älteren Blüthen die Zellen der ganzen Bractee mit Sicherheit auf diese 1. Periblem-Schicht und das überdeckende Dermatogen zurückführen liessen (vergl. 8, 33 von *Anacyclus*). In Fragen wie diese muss man sich an die durch die Beobachtung gegebenen Thatsachen halten, und aus diesen die allgemeinen Resultate und Regeln ableiten; nicht umgekehrt schliessen, dass weil die Blätter in der vegetativen Region vor den Knospen zu Entwickelung kommen, dieses auch so in der floralen sein muss. Wenn die Beobachtung zeigt, dass das Blatt nach der Knospe ins Dasein tritt, und dass die Zeit-Intervalle zwischen Anlegung von Blatt und Knospe beim Uebergang in die florale Region geändert werden, darf man nicht, wie Frank, gegen seine eigene Beobachtungen schliessen, dass nur scheinbar die Knospe vor dem Blatte geboren wird. Sobald andere Beobachtungen vorliegen, die das Gegentheil beweisen, ist es Zeit genug, »scheinbar« zu sagen. Eine Hinweisung auf die möglich vorausgehenden Veränderungen des Plasma etc. der Zellen, die wir nicht kennen, nützt nicht; denn es entsteht natürlich die Frage: fangen solche Veränderungen zuerst in den Zellen an, von denen später die Blattzellen abstammen, oder in denjenigen, die Mutterzellen der Knospe werden. Ich finde, dass man sich hier einstweilen an die durch die directe Beobachtung gegebenen Thatsachen halten muss.

In diese dritte Kategorie gehört ausser *Callistephus*, *Telekia*, *Broteroa*, *Hypochæris* (die auch ich untersucht), *Anthemis* noch *Anacyclus*, *Bidens*, *Sogalgina* und viele andere. Auch *Tragopogon* muss wahrscheinlich hierher gestellt werden, indem eine rudimentäre, sehr spät entstehende, Bractee bisweilen als ein höchst unbedeutender Höcker auf dem Grunde der Blüthe sich findet. Was die histiologische Entwickelung der Bracteen betrifft, so fand ich immer, dass tangentiale Theilungen einer Gruppe von Zellen in der 1. Periblem-Schicht den An-

fang machen; dadurch entstehen wenige parallele Zellreihen, die aber bald von verschiedener Höhe werden, indem die mittleren schneller wachsen als die peripherischen (8, 33).

Bei anderen Gattungen, wie *Pyrethrum*, fand ich gar keine Spur, weder von Bractee noch von sonstigen Haarbildungen an dem Receptaculum; während sie also bei dieser völlig abortirt ist, finden wir sie schön entwickelt in sehr nahe verwandten Gattungen, wie *Anthemis*. Gattungen ganz ohne Bracteen scheinen näher verwandt sein zu können mit denjenigen, die Bracteen haben, als mit solchen, die Spreuborsten oder haarförmige Processe des Receptaculum haben, die receptacula nuda näher mit receptaculis paleaceis als mit den receptaculis fimbrilliferis; bisweilen finden sich Arten, die bald ein receptaculum paleaceum, bald ein r. nudum oder alveolatum haben, wie *Callistephus Chinensis* nach Al. Braun. Es scheinen wenigstens zwei verschiedene Wege in dieser Hinsicht betreten zu sein bei der Entwickelung der jetzigen Compositen aus ihren Vorfahren; der eine der, dass die Bracteen ganz weggeworfen wurden, der andere, dass sie verändert wurden, indem sie stark getheilt in die sogenannten Spreuborsten übergingen, wie wir sie z. B. besonders bei den Cynareen finden.

Köhne sagt (l. c. 61): »Analoga für den Pappus bieten vielleicht die Spreuborsten auf dem Blüthenboden vieler Compositen dar, die erst spät auf dem vorher glatten Blüthenboden zwischen den Blüthen entstehen und entweder als Anhangsgebilde äusserlich nicht hervortretender Bracteen oder als stark zertheilte Bracteen anzusehen sein würden«. Ich glaube dieses bestimmter aussprechen zu können: die Spreuborsten der Cynareen sind durch starke Zertheilung von ehemaligen normalen Bracteen entstanden. Eine vergleichende Betrachtung verschiedener Gattungen führt zu dieser Anschauung.

Chardinia xeranthemoides. Die äusseren Involucral-Blätter sind klein, grün mit einem weisslichen dünnen Rande; die inneren werden nach und nach länger, grösser, und der dünne Rand mehr hervortretend. Die innersten, verlängert elliptische, stützen weibliche Blüthen. Danach treten Zwitterblüthen hervor, die ebenso von Bracteen gestützt sind, aber diese werden schmaler, spatelförmig-lancetlich, und die weisse dünne Haut wird relativ noch mächtiger; noch weiter nach innen werden die Bracteen an der hyalinen Spitze kurz zerschlitzt,

dann oft tiefer getheilt, und an den Seiten treten lancetliche Zipfel auf; die Zertheilung rückt dann bis an den Grund, und man kann Bracteen finden, die bis zum Grunde in zwei Theile gespalten sind, von denen der eine schmal linear-oblong ist, während der andere bis zur Mitte in 2 oder 3 Zipfel gespalten ist, und jetzt sind alle diese Zipfel fast ganz hyalin. Endlich trifft man in der Mitte des Köpfchen eine Anzahl schmal lineare, hyalinische oder nur ein wenig grünliche Blättchen, und es ist jetzt nicht mehr möglich eine bestimmte Stellung von ihnen in Relation zu den Blüthen zu ermitteln; sie scheinen ohne Ordnung um diesen zu stehen.

Xeranthemum radiatum Lam. verhält sich auf ähnliche Weise. Die äusseren am Grunde grünen, sonst weissen hyalinen Involucral-Blätter gehen nach innen in weit längere über, deren unterer schmalerer Theil grünlich ist. Die Involucral-Blätter gehen ganz leise in die Stützblätter der Blüthen über; die äusseren von diesen sind ungetheilt; weiter nach innen zeigen sie Neigung sich in zwei zu theilen; man findet solche, die halb gespalten sind, dann solche, die zum Grunde getheilt sind, so dass anscheinend zwei völlig selbstständige Blättchen vor jeder Blüthe stehen; endlich werden auch diese getheilt und statt einem Blatte an jeder Blüthe steht eine Anzahl schmal lineare oder bisweilen fast borstenähnliche Blattzipfel, die hyalin oder nur wenig grün sind.

Aehnliche stark getheilte Spreublättchen finden wir bei einer Anzahl anderer Cynareen, ohne dass es doch möglich ist, den Uebergang der Involucral-Blätter in dieselben nachzuweisen; der Zertheilungs-Process ist um einen Schritt weiter geführt, es finden sich keine ungetheilte Bracteen.

Beispiele bietet z. B. *Atractylis cancellata* L. Die äusseren Involucral-Blätter sind stachelig fiedertheilig; die inneren, die ohne Uebergangsformen nach jenen auftreten, sind eiförmig ganzrandig und tragen nur an der Spitze einen Stachel. Jede Blüthe ist nun von einer Masse von spreuartigen, sehr stark und tief getheilten, am Grunde mehr oder weniger zusammenhängenden und membranartigen Organen umgeben (vergl. Reichenb. Ic. Fl. Germ. XV. tab. 745); jede Blüthe hat eine Hülle oder Involucrum, das im höchsten Grade unregelmässig zerschlitzt ist, und das ich als eine umfassende Bractee betrachten muss. Bei der Zertheilung von dieser ist nun ein wichtiger Umstand zu be-

merken, der nämlich, dass nicht alle Zipfel in einem Plane liegen, sondern es gehen sowohl nach aussen als nach innen Zipfel von der eine Art Membran oder Scheide bildenden Hauptmasse ab, und diese Scheide springt an den Ecken zwischen drei oder vier Blüthen oft stark kielförmig hervor. Durch dieses Verhältniss ist der Weg zum Verständniss der bei anderen Cynareen in grösster Zahl äusserst unordentlich zwischen den Blüthen entstehenden Borsten gebahnt. — Ich werde nur noch anführen, dass ich ganz dasselbe Verhältniss bei *Carlina*-Arten *(Nebrodensis, acaulis, vulgaris)* beobachtete, doch ist die Zertheilung wohl noch weiter fortgeschritten, und bei anderen Cynareen finden sich getheilte Paleae, die doch mehr den Anschein von selbstständigen linealischen in eine Anzahl dünne Zipfel getheilten Organe haben, als von membranartigen stark zerschlitzten Scheiden; zu diesen Gattungen gehört *Staehelina*, die »paleae lacero-multifidae« oder nach Hooker und Bentham (Genera plant.) »setae basi plus minus in paleas flores amplectentes coalitae« hat [cfr. Reichenbach Ic. Fl. Germ. t. 810 und De Candolle Receuil de mém., tab. 1] und *Amphoricarpus* mit »paleis scariosis integris vel divisis flores amplectentibus« (Hook. et Benth.); sie stimmt vielleicht mehr mit *Xeranthemum* überein.

Eine grosse Zahl Cynareen haben nun Spreuborsten, die völlig borstenähnlich ungetheilt sind, und die in grosser Zahl und in grösster Unordnung die Zwischenräume zwischen den Blüthen ausfüllen, z. B. *Cirsium*, *Carduus*, *Centaurea*, *Volutarella* u. a. Diese Borsten müssen wir offenbar als die am weitesten fortgeschrittene Stufe von der Zertheilung der Bracteen betrachten. Der directe Nachweis hiervon ist mir nicht möglich, denn Uebergänge von den einfachen oder, wie bei vielen *Centaurea*-Arten, am Rande stark getheilten Involucral-Blättern zu den Borsten habe ich noch nicht finden können; nur in den durch Vergleich mit den erwähnten Gattungen und anderen ähnlichen erhaltenen Resultaten liegt die Berechtigung der Auffassung. Auch muss ich den Umstand erwähnen, dass ich nie unzweifelhaft ungetheilte Bracteen zugleich mit Borsten an demselben Receptaculum gefunden habe; sie scheinen einander zu ersetzen. Wenn wir bei einigen Dipsaceen, wie *Cephalaria*, schöne Bracteen und zugleich ein behaartes Receptaculum finden, dann dürften diese Haare wohl hier und überall bei den Dipsaceen von den Spreuborsten verschieden sein, indem sie aus einzelnen starkwandigen Zellen gebildet sind, und den Haarbil-

dungen auf dem Blüthenboden von *Geum urbanum*, vielen *Ranunculus*-Arten gewiss homolog.

Die Spreuborsten der letzterwähnten Cynareen entstehen sehr spät, nach Köhne sogar gleichzeitig mit dem Ovulum; ich fand doch, dass sie bei *Lappa* und *Cirsium palustre* ungefähr gleichzeitig mit den Fruchtblättern, bei *Carduus crispus* gleichzeitig mit den Staubblättern, bei *Centaurea Cyanus* nach den Fruchtblättern angelegt wurden. Bei *Catananche coerulea*, eine Cichoriacee, die auch Spreuborsten hat, waren sie noch sehr klein, als der Eikern schon angelegt war.

Die Spreuborsten treten da auf, wo am besten Platz ist, die ersten also in den Räumen zwischen drei bis vier zusammenstossenden Blüthen; nach und nach füllen sie diese aus und dringen in die engeren Stellen zwischen den Seiten je zweier Blüthen hinein, und hier habe ich bisweilen Spuren von Alternation gefunden, indem sie sich in einer Zickzackreihe stellen (4, 10). Nirgends fand ich eine bestimmte Ordnung oder Entstehungsfolge; junge tauchen mitten zwischen älteren auf, und für die Stellen der Bracteen scheinen sie gar keine Vorliebe zu haben. *Volutarella* war in dieser Hinsicht interessanter, weil die stärkeren und zuerst entwickelten Spreuborsten hier vorzugsweise an der Vorderseite der Blüthe standen (3, 37: ein Schnitt durch ein junges Köpfchen parallel dem Receptaculum; die Pfeile zeigen das Centrum des Köpfchen an), aber doch nicht so regelmässig, dass man glauben könnte, es stände eine gerade an der Stelle jeder Bractee. Köhne schreibt (pg. 14): »bei *Gaillardia* scheint vor jeder Blüthe nur Eine Borste zu stehen und zwar an derselben Stelle, wo das Tragblatt stehen müsste«, und er betrachtet sie auch als das Tragblatt. An Schnitten durch das Köpfchen von *G. cristata* und einer anderen Art fand ich jedoch nicht nur mehr Borsten als Bracteen hätten vorhanden sein sollen, sondern diese Borsten standen auch bei weitem nicht immer genau vor den Blüthen; an den Ecken der Blüthen, in den grösseren Räumen, also zwischen den zusammenstossenden Blüthen, war ihr Platz. Nur in einem Falle habe ich Borsten gefunden, von denen jede unzweifelhaft einem ganzen Tragblatte homolog war, und zwar bei einer Art der sonst borstenlosen Gattung *Senecio* (*S. Nemorensis* Hort. Havn.); sie standen hier zusammen mit den gewöhnlichen niedrigen Wülsten, und, so weit ich an dem blühenden Köpfchen sehen konnte, eine vor jeder Blüthe.

D i e S p r e u b o r s t e n e n t s t e h e n w i e E m e r g e n z e n u n d k ö n n e n G e f ä s s b ü n d e l f ü h r e n. Ich habe ihre Entstehung bei mehreren Gattungen beobachtet. Bei *Cirsium arvense* und *lanceolatum* entstehen sie in der 1. subepidermalen Schicht (I, 27, 28), seltener in der 2. zugleich; eine kleine Gruppe von Zellen wird tangential getheilt; durch Fortsetzung der Theilungen entstehen einige parallele senkrechte Zellreihen, die bisweilen nicht gleich hoch reichen (I, 27 und 2, 16); ein Uebergreifen der bevorzugten Zellreihen über die anderen findet dann oft Statt, was stärker werden kann als in 2, 16. Bisweilen ist das innere Gewebe weniger regelmässig geordnet, aber weder in dem einen noch in dem anderen Falle konnte ich eine Scheitelzelle der ganzen inneren Meristem-Masse auffinden. In älteren Borsten sind die Intercellular-Räume gross und luftführend, aber grössere Lufthöhlen bilden sich nicht, auch keine Fibrovasal-Stränge. Die Epidermis-Zellen werden sehr stark und radial gestreckt und werden vielleicht zuletzt an der Spitze der Borste auch tangential und schief getheilt. Eine noch wichtigere Rolle haben sie aber bei *Carduus crispus* zu spielen. Die Bildungsweise ist dieselbe wie bei *Cirsium* (2, 20, 21), aber sehr schnell hört das innere Gewebe im Wachsthume auf, während die Epidermis damit fortfährt nicht nur in der Spitze selbst durch andere als die gewöhnlichen Theilungswände, sondern auch unterhalb dieser, wodurch ein grosser Intercellular-Raum gebildet wird. Aeltere Borsten findet man daher hohl, indem sie zum grossen Theile allein aus Epidermis gebildet sind, die eine Lufthöhle umschliesst, wie der Querschnitt Fig. 22, 2, zeigt. Die Borsten sind doch oft zusammengedrückt, so dass sie aus zwei an einander liegenden Epidermis-Schichten zu bestehen scheinen. So wie *Carduus* verhält sich auch *Centaurea (Jacea, Cyanus, Scabiosa).*

Die Spreuborsten von *Lappa* sind solider gebaut, denn nicht nur sind sie nicht hohl, sondern man findet auch in der Mitte eine Gruppe von engen langgestreckten Cambiform-Zellen, einen rudimentären Fibrovasal-Strang (4, 11); übrigens sind auch hier die Epidermis-Zellen stark und radial gestreckt, und sie sind es offenbar, welchen die Borste vorzugsweise ihre Elasticität verdankt. Auch in der Anlegung schon sind diese Borsten kräftiger als die von *Cirsium*, und eine grössere Zellenzahl wird in Arbeit versetzt, woraus dann mehrere verticale Reihen resultiren. Die Borsten von *Volutarella* sind dagegen weniger kräftig.

Noch muss bemerkt werden, dass ich, wie im inneren Gewebe, so auch in der Epidermis keine Scheitelzelle, ja nicht ein Mal eine gewöhnliche durch Grösse ausgezeichnete scheitelständige Zelle entdecken konnte, und dies selbst in den aller jüngsten Stadien, wo die Borsten gerade über das Receptaculum sich erheben; Scheitelbilder von jungen Spreuborsten finden sich 3, 39—41 *(Volutarella)*: die Zellwände stossen gerade am Scheitel zusammen, eine Scheitelzelle ist dadurch ausgeschlossen.

Dass intercalares Wachsthum überall Statt hat, folgt von selbst; am längsten dauert es am Grunde der Borsten, und man kann hier, z. B. an 5 mm. langen Borsten von *Centaurea Jacea*, ganz jugendliche protoplasmareiche und dünnwandige Zellen finden, während die der höher gelegenen Theile schon in Dauerzustand übergegangen, fest und dickwandig sind.

Auch die Borsten von *Catananche* entstehen wie Emergenzen; wenn alt, bestehen sie aus besonders an den Aussenwänden sehr stark verdickten Zellen; kommen innere Zellen vor, sind sie etwas dünnwandiger. Die sehr steifen elastischen Borsten von *Gaillardia* sind aus sehr stark, fast bis zum Verschwinden der Zellenhöhlungen verdickten Zellen mit harten verholzten porösen Wänden gebildet, und führen dennoch recht grosse lufthaltende Intercellular-Räume. Sie haben keine Gefässbündel.

Die Function der Spreuborsten ist offenbar, wie schon ältere Botaniker (z. B. Vaucher) bemerkt haben, die sehr wichtige, den Früchten bei der Ausstreuung behülflich zu sein; durch den Druck der sich ausbreitenden Pappus-Körper sowohl gegenseitig als gegen die umgebenden Spreuborsten heben die Achänien sich über diese bis zur Mündung des Köpfchens, wo der Wind sie fassen kann. Bei einigen Gattungen wird die Hygroscopicität der Involucral-Blätter, in Folge dessen sie sich abwechselnd öffnen und zusammenbiegen, eine Hülfe dazu leisten können[1]). Doch scheint es, dass die Spreuborsten

1) So wie es fast allein Cynareen sind, die Spreuborsten haben, sind es auch fast allein Cynareen, die hygroscopische Involucral-Blätter haben.

Hygroscopische Involucral-Blätter habe ich bei folgenden Gattungen gefunden: *Centaurea*, *Carduus*, *Cirsium*, *Rhapontium*, *Serratula*, *Alfredia* u. a.; ausserhalb der Gruppe der Cynareen nur noch bei *Helichrysum*; die Involucral-Blätter sind, wenn trocken, sternförmig ausgebreitet, brauchen aber gewöhnlich nur ein Paar Minuten in Wasser zu liegen, um mit dem Verschliessen lebhaft

allein für sich im Stande sind die Früchte heraus zu drücken; so beobachtete ich an einem in einem Fenster aufrecht liegenden der Sonne exponirten Köpfchen von *Volutarella muricata*, dass die Früchte nach und nach in die Höhe und über die Spitzen der Spreuborsten gehoben wurden, so dass sie zwischen diesen ruheten ohne mit anderen Theilen, auch nicht anderen Früchten in Berührung zu sein. Bei dem letzten Theil des Hebungs-Prozesses könnten die kleinen wenig ausgebreiteten Pappus-Körper daher unmöglich mitgeholfen haben; die Spreuborsten müssen die Hebung allein besorgt haben mit Hülfe von dem durch Eintrocknen des Receptaculums entstehenden Drucke. Wo der Pappus ganz fehlt, wie bei *Centaurea Jacea*, müssen sie auch nur in Verbindung mit den Involucral-Blättern und dem Receptaculum die Fruchtaussäung besorgen. Ihr Bau ist denn auch in Uebereinstimmung mit dieser Arbeit: sie sind steif, sehr elastisch, und völlig glatt ohne Spuren von solchen Zähnen, wie wir an fast allen Pappus-Körpern finden; die Achänien können leicht zwischen ihnen hinausgleiten. — Bei *Silybum marianum* fand ich Spreuborsten, die denen der anderen Cynareen ähnlich sind, aber mit einem aus dünnwandigen, etwa isodiametrischen Zellen gebildeten, keulenförmigen Organe enden, dass das Aussehen eines Secretions-Organes hat. Auch verdient bemerkt zu werden, dass ich in den Zellen von Borsten, die lange in Alkohol gelegen hatten, eigenthümliche Inulin-ähnliche Concretionen fand, die ich bisher nicht näher untersucht habe.

Der morphologische Werth der Spreuborsten bei den Cynareen ging aus dem Obenstehenden hervor: sie sind sehr wahrscheinlich durch starke Zerschlitzung der Bracteen entstanden[1]). Ob man sie aber als die feinen Blattzipfel selbst betrachten soll oder als Trichom-Gebilde

---

zu beginnen. Die vertrockneten eingeschrumpften Involucral-Blätter von *Senecio, Arnica, Sonchus* und vielen anderen Gattungen sind gewöhnlich zurückgebogen, und breiten sich, wenn feucht, wohl mehr sternförmig aus, können sich aber nicht verschliessen.

1) Cassini machte grossen Unterschied zwischen den unveränderten Bracteen, »les véritables bractées du clinanthe, dont chacune accompagne séparément une fleur«, welche er »squamelles« nannte, und den Spreuborsten, »les appendices filiformes ou laminés, groupés plusieurs ensemble autour de chaque fleur«, welche er »fimbrilles« nannte. (Opuscules I, 221.) »Les fimbrilles ne sont point des bractées, mais de simples saillies du réseau«.

des Blattrandes, dürfte eine kaum zu entscheidende Frage sein. Der hyaline Saum an den Involucral-Blättern, der ja oft z. B. bei vielen Centaureen stark und verschiedenartig getheilt ist, bin ich geneigt, als eine trichomatische Neubildung des Involucral-Blattrandes zu betrachten [1]), und bei der Theilung der Bracteen scheint dieser eine grosse Rolle zu spielen. Es ist mir wahrscheinlich, dass die Cilien, Borsten, Stacheln, die wir an den Involucral-Blättern mancher Cynareen finden, den Spreuborsten völlig homolog sind; aber auch bei diesen Cilien etc. entsteht die Frage, ob man sie eher als randständige Trichome (Emergenzen) oder als Blatt-Lacinien betrachten soll. Ob man sich für das Eine oder für das Andere entscheidet, ist doch von geringer Bedeutung. Bildungsabweichungen würden vielleicht auch Licht über die ganze Frage nach dem morphologischen Werthe der Spreuborsten werfen können, aber es sind mir keine bekannt, die dies thun. Es liegen zwar Angaben vor, wo Bracteen abnorm zum Vorschein gekommen sind, z. B. nach Köhne bei *Hieracium* (l. c. 38), nach Engelmann bei *Pyrethrum* und *Coreopsis* [2]), aber diese Gattungen gehören leider nicht zu denen, die Spreuborsten haben.

Von den Spreuborsten der Cynareen verschieden sind die unregelmässig zerschlitzten und gezähnten Wülste und Wälle und kleinen Haarbildungen, welche die Zwischenräume zwischen den Blüthen vieler anderer Gattungen ausfüllen und die wabenförmigen Vertiefungen, in welche die Blüthen eingesenkt sind, umgeben.

Sie sind selten reine Epidermis-Bildungen; Haare, die aus einer Zellreihe gebildet sind, kommen wohl hier und da vor, z. B. bei *Solidago*, *Hieracium*, *Charieis Neesii* u. a., aber sie stehen gewöhnlich auf den interfloralen Wällen, und werden von ihnen in die Höhe gehoben. Bei *Tagetes patula* fand ich Haare, die aus zwei und mehreren Zellreihen gebildet sind, bald mit völlig parallelen Zellreihen, bald mit

---

1) Vergl. auch Clos: Recherches sur l'involucre des Synanthérées. Ann. d. sc. nat. III Sér., 1854, vol. 16.

2) De antholysi prodromus, p. 64: »Compositarum folia involucralia saepe frondescunt, interdum paleae quoque, quae etiam apparent in receptaculis normaliter nudis e. g. in *Hieracio, Pyrethro, Coreopsides.*« *Coreopsis* hat doch normal Tragblätter (paleae) an den Blüthen.

übergreifender Pseudo-Scheitelzelle, wie bei den später zu besprechenden Pappus-Haaren von *Senecio*, *Taraxacum* u. a. Im Allgemeinen sind die interfloralen Wälle Emergenzen, d. h. in den subepidermalen Schichten gebildet. So entstehen die zusammenhängenden Wülste von *Solidago*, durch welche das Receptaculum »alveolatum« wird, dadurch, dass eine (auf jedem Längsschnitte grosse) Zahl von Zellen tangential getheilt wird; durch Fortsetzung dieser Theilungen entstehen senkrechte Zellreihen, zwischen denen bald grosse Lufträume auftreten (7, 33). Die äusseren Wände der Epidermis-Zellen werden dick und stark lichtbrechend. — Auf ähnliche Weise verhalten sich die unregelmässig in warzenförmigen Erhabenheiten getheilten Wälle von *Erigeron*, ferner von *Lactuca*, *Aster* u. a. Nicht nur die Zellen der ersten subepidermalen Zellreihe, auch die der folgenden werden bisweilen in Arbeit versetzt. So scheint es sich besonders mit den Wällen von *Tussilago* zu verhalten (8, 23); an Längsschnitten durch ältere Wälle fand ich hier eine Menge mehr oder weniger regelmässig senkrechter Zellreihen, durch grosse Interzellular-Räume getrennt, und daher ein schwammiges Parenchym bildend; aber dieses Gewebe war von zwei Zellschichten überwölbt.

In wahrscheinlich den meisten Fällen, besonders da, wo die interfloralen Wälle in unregelmässige Zipfel auslaufen, gesellen Theilungen der Epidermis-Zellen durch andere Wände als die gewöhnlichen radialen sich früher oder später den subepidermalen an. Solche Wälle finden sich z. B. bei *Hieracium;* die Zahnbildungen des »Receptaculum fimbrilliferum« sind zum Theil durch solche Epidermis-Wucherungen gebildet (9, 8); indem die Grenze zwischen den von der Epidermis und den von dem subepidermalen Gewebe abstammenden Zellen bald verwischt wird, erhalten die älteren Wälle ein Aussehen, als ob sie allein Epidermis-Wucherungen wären. Es sind überall vorzugsweise Tangential-Theilungen, durch welche die Wälle aufgebauet werden. Aehnlich verhalten sich die Receptacular-Wülste von *Leontodon hispidus*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus* u. a. Bei einigen fangen die Epidermis-Theilungen gegenüber den subepidermalen relativ spät an, bei anderen früher oder wohl gar gleichzeitig mit ihnen, bei einigen sind sie mächtiger als bei anderen, und es liesse sich gewiss leicht eine vollkommene Reihe aufstellen mit solchen Wülsten beginnend, die nur Epidermis-Wucherungen sind, und mit denjenigen endigend, die nur Periblem-Bildungen sind.

Ob alle diese interfloralen Receptacular-Wülste auch als Abstammungsgebilde früherer Bracteen zu betrachten sind, darüber vermag ich nichts zu entscheiden; doch scheint es mir nicht unwahrscheinlich. Nach De Candolle[1]) können die Fimbrillen entweder sehr lang sein, wie bei den Cynareen, »ou très courtes, et même elles le sont quelquefois à tel point, qu'on trouve des transitions fréquentes entre les ças où elles sont visibles et ceux où elles manquent.« Ich kenne keine Uebergangsformen zwischen den langen Cynareen-Borsten und den kurzen Processen der meisten anderen Compositen, aber dieses Citat deutet darauf, dass solche vorkommen. Ueber die Function der kleinen ist mir nichts bekannt.

2. Bildung der Blüthe.

Durch Zelltheilungen in der 2. und 3. Periblem-Schicht werden die Blüthen angelegt; in der 1. sowohl wie in der Epidermis fand ich überall in dem ersten Entwickelungs-Stadium der Blüthe (mit wenigen Ausnahmen, was jene betrifft) nur radiale Theilungswände. Ich habe folgende Gattungen untersucht: *Senecio* (5, 1), *Tussilago, Anacyclus, Bellis, Bidens, Sonchus, Tragopogon, Cirsium* und früher (»Ramification etc.«, tab. 1 und 2) *Jnula, Anthemis* und *Doronicum.*

Hanstein war der erste, der die Histiologie einer jungen Compositen-Blüthe untersuchte[2]). Seine Abbildungen von *Jnula*-Blüthen stimmen völlig mit den meinigen. Hänlein's Abbildung (l. c. Fig. 5) ist nicht glücklich gewählt, insofern als sie nicht die typische Entwickelung darstellt.

Es sind vorzugsweise Tangential-Theilungen, die in jenen Zellen der 2. und 3. Schicht Statt finden, und daher kommt die ganze halbkugelige Blüthe aus zwei Zellschichten und einem unterliegenden, aus mehr oder weniger regelmässig senkrechten Zellreihen gebildeten, Gewebe zu bestehen (5, 1, 2; 8, 1, 33; 1, 1—3).

---

1) Observations sur la structure et la classification de la famille des Composées. Paris 1838.

2) Die Scheitelzellgruppe im Vegetations-Punkt der Phanerogamen. Bonn 1868.

Die nächsten bedeutenden Veränderungen der jungen Blüthe bestehen im Auftreten von tangentialen Wänden in der 1. Periblem-Schicht in einer ringförmigen hoch oben liegenden Partie; auch in den tiefer liegenden Zellen treten dort Wände auf, die in Relation zu den früheren des inneren Gewebes mehr schief, in Verhältniss zu dem zu bildenden Organe aber horizontal-quer gestellt sind. Dadurch wird die junge Blüthe schwach becherförmig. Bisweilen geht die 1. Periblem-Schicht voran, bisweilen ist sie noch einschichtig, wenn die unterliegenden Zellen den neuen Theilungs-Modus angefangen haben: z. B. bei *Bellis* u. a. (I, 1—3; 8, 33).

Den Bau von den Seiten des Bechers sieht man aus den bezeichneten Figuren, und Fig. 8, 1. Unter der Epidermis bestehen sie auf jedem Längsschnitte aus einer kleinen Anzahl von relativ senkrechten Zellreihen, die bald völlig parallel und gleich stark sind, gewöhnlich aber ungleich lang und kräftig sind, so dass ein Uebergreifen der einen über die anderen Statt hat. — Bald wird die Grenze zwischen den aus der 1. Periblem-Schicht abstammenden Zellen und denjenigen, welche ihren Ursprung tiefer genommen haben, verwischt.

Der nächste Schritt ist die Bildung der verschiedenen Blüthentheile. Ehe ich zu diesen übergehe, ein Paar Bemerkungen über Zahl und Stellung derselben. Das Diagram der gewöhnlichen 5-zähligen Blüthe ist allbekannt[1]) (über den Pappus später). Vierzählige Blüthen habe ich gesehen bei *Matricaria discoidea*, wo sie Regel sind, und bei *Coreopsis tinctoria;* bei beiden lagen die Kronblätter quer-median, die Staubblätter in diagonalem Kreuz, und die Fruchtblätter wie gewöhnlich median (7, 37). Dieses würde wohl also auf eine Genese durch Unterdrückung des hinteren Staubblattes und Verschmelzung der hinteren zwei Kronblätter deuten. Dieselbe Stellung vierzähliger Blüthen findet sich nach Eichler (l. c.) bei Dipsaceen, *Weigelia* u. a. An den von Buchenau beobachteten vierzähligen Blüthen von *Bidens cernua* standen dagegen die Staubblätter quer-median[2]). Wie es sich

---

1) Vergl. Eichler: Blüthendiagramme. 1. Theil. Leipzig 1875. Im folgenden als »Diagr.« citirt.

2) Ueber die Blüthenentwickelung einiger Dipsaceen, Valerianeen und Compositen; in Abhandl. d. Senckenbergischen Gesellschaft, I, pg. 106. Im folgenden als »Senckenb.« citirt.

mit den sterilen Randblüthen von *Xeranthemum annuum* verhält, muss ich unentschieden lassen; Hildebrand[1]) sagt: sie haben einen vierzähnigen Kronensaum, zwei Zähne nach der Peripherie, zwei nach dem Centrum gerichtet; die Zwitterblüthen haben dagegen eine regelmässig fünfzähnige Krone.

Sechszählige Blüthen fand ich bei *Cineraria* und *Leontodon hispidus*, die Stellungsverhältnisse kenne ich aber nicht[2]). — Bei *Zinnia verticillata* fand ich allgemein 3 gewöhnlich ungleich lange Griffeläste in den weiblichen Randblüthen und bei einigen Zwitterblüthen; ihre Stellung scheint nicht constant zu sein. In einer Blüthe lag einer median nach vorn, zwei nach hinten, in einer anderen umgekehrt einer median nach hinten; in anderen zwei zu der einen, einer zu der anderen Seite, oder mehr oder weniger schief; in einer Blüthe fand ich nur zwei, die seitlich lagen. Doch habe ich nicht ganz junge Knospen untersucht, und möglicherweise finden Drehungen der Griffeläste in den älteren Statt, so wie Drehungen der Griffeläste überhaupt nicht selten sind, durch welche sie lateral oder diagonal-schief zu stehen kommen. Eine Blüthe hatte 4 Griffeläste. Bei Hooker und Bentham (Genera) heisst es: »Stylus hinc inde 3-fidus occurrit in variis generibus, raro tamen, nec unquam in omnibus floribus unius speciminis observavimus«. Vergleich ferner Cassini (Opuscules I, 19) und Hildebrand (l. c.), wo andere Fälle dreitheiliger Griffel erwähnt werden.

Entstehungsfolge der Blüthentheile. Die becherförmige Vertiefung ist bei einigen Arten sehr schwach (z. B. *Helminthia*, *Cirsium*), bei anderen grösser, wenn 5 schwache Ausbuchtungen an ihrem Rande die 5 Kronblätter andeuten. Nach diesen folgen die Staubblätter und Fruchtblätter in regelmässig akropetaler Folge, indem der Kelch zu verschiedener Zeit eingeschoben wird, worüber unten Näheres.

Bildung der Krone. Der zuerst gebildete Becher muss ich mit Buchenau, Sachs, Payer u. a. als eine kraterförmig ver-

---

1) Geschlechtsverhältnisse bei den Compositen. Nova Acta Leopold. Car. XXXV.

2) Ueber verwachsene Blüthen vergl. Cramer's »Bildungsabweichungen bei einigen wichtigeren Pflanzenfamilien und die morphologische Bedeutung des Pflanzeneies«. Zürich 1864.

tiefte Axe betrachten, weil, wie sich beweisen lässt, die Axe überhaupt in der Compositen-Blüthe kraterförmig wird, und weil später die Staubblätter und Fruchtblätter aus ihr ihren Ursprung nehmen. Am Rande dieses Bechers entstehen auch die Kronblätter. Ueber die Entstehung der Krone muss man, wie mir scheint, ganz einfach nach der Analogie mit anderen Gamopetalen urtheilen. Wie die Kronblätter einer gamopetalen Pflanze überall isolirt und frei angelegt werden, so auch hier; sobald die fünf Ausbuchtungen an dem Becherrande entstanden sind, ist die Krone angelegt, und auch erst dann, und der Becher ist als Axen-Organ bis an den Grund derselben aufzufassen. Es liesse sich zwar denken, dass die Krone als »Cyclom« (Hanstein) angelegt wurde, ähnlich wie das Ovarium der Primulaceen [1]), der Malvaceen [2]), der Oenotheren [3]), der Violaceen [4]) und auch der Kelch bei einigen Compositen und Stellaten, und dass jene fünf Hervorragungen auf einem cylindrischen Blatt-Organ gebildet werden, aber solche Cyclome sind so selten und namentlich nicht mit Sicherheit bei den Kronen [5]) beobachtet, dass wir wohl von ihnen absehen können. Wie aber bei den übrigen Gamopetalen ein Vereintwachsen der Kronblätter sehr schnell eintritt, so auch hier, und es erhebt sich die Krone becherförmig an der becherförmigen Axe. Wie nun ferner die Staubblätter bei den übrigen Gamopetalen frei auf dem Blüthenboden angelegt werden, so auch hier, und ihre spätere Vereinigung mit den Kronblättern ist, wie dort, eben nur eine Folge davon, dass die blattbildende Thätigkeit auch in radialer Richtung um sich greift, und Krone und Staubblätter deswegen vereint und interkalar weiter wachsen. Die Staubblätter können also recht wohl an der Axe entstanden sein, und dennoch braucht der untere Theil der Kronröhre nicht ein Axen-Gebilde zu sein. Die hohl gewordene Axe verhält sich also wie die flache oder gewölbte; was wir bei den Compositen beobachten, müssen wir mit den

1) Payer, Organogénie, 612; tab. 153, 22.

2) Frank, in Pringsheims Jahrb. X, Tab. XV, Fig. 26.

3) Barcianu, Blüthenentwickelung bei den Onagraceen. Schenk und Lüerssens Mittheilungen. 1874.

4) Payer, Organogénie und Huisgen, über Entwickelungsgeschichte der Placenten. 1873.

5) Vergl. Hänlein über *Broteroa;* ferner können *Xanthium* und *Ambrosia* erinnert werden.

übrigen Gamopetalen als Massstab deuten. Die histologische Entwickelung lässt uns hier ganz im Stiche, und die Hoffnung Buchenau's »durch das Studium der Zellenentwickelung«[1]) zur Entscheidung der Frage zu kommen, ob der Becher aus verwachsenen Blättern bestehe (nach Köhne) oder nicht, dürfte eine eitle sein. Denselben Bau, der im Axen-Becher beobachtet wurde vor der Entstehung der Kronblätter, finden wir nämlich wieder in dem aus Axe und Krone gebildeten Becher; legt man den Längsschnitt mitten durch die Kronblätter oder mitten zwischen ihnen, sogleich nach Entstehung der fünf Ausbuchtungen oder weit später, wenn schon Staub- und Fruchtblätter angelegt sind, überall findet man den inneren Bau ganz gleich; und zwar ist er der, dass man an jedem Längsschnitte unter der Epidermis eine Anzahl Zellreihen beobachtet, unten gewöhnlich 2—3—4, weiter nach oben nur zwei oder nur eine einzige, indem die anderen zur Seite gedrängt werden und weniger stark wachsen, wobei die der Innenfläche der Krone am nächsten liegende gewöhnlich die siegreiche zu sein scheint. Durch dieses Zur-Seite-Drängen kommt es denn vor, dass die siegreiche Reihe mehr oder weniger über die andere hinübergreift, und es kann den täuschenden Anschein erhalten, als ob eine innere zweischneidige Scheitelzelle existire und durch ihre Theilungen das innere Gewebe aufbaue. Dieses geht aus meinen Figuren deutlich hervor. Taf. 1 zeigt uns verschiedene Längsschnitte durch junge Blüthen von *Cirsium arvense.* In Fig. 1 ist eben die Axe hohl geworden; in Fig. 2 und 3 wird die Krone schon entstanden sein, in Fig. 5—7 ist sie schon gross. In Fig. 6 laufen zwei Zellreihen neben einander ganz zur Spitze des Blattes; in Fig. 5 liegen drei Zellreihen neben einander, die äussere ist die kleinste, die mittlere greift über sie ein wenig hin; die innere und grösste greift wieder über die mittlere hin und ihre oberste Zelle hat fast das Aussehen von einer Scheitelzelle. Wie sich diese Zelle wahrscheinlich theilen wird geht aus Fig. 7 hervor, in welcher es ebenso eine nach rechts liegende dominirende Zellreihe giebt.

Andere Beispiele des Becher- und Kronenbau finden sich:

Taf. 2, 9 aus *Cirsium palustre.* Drei Zellreihen, die innere wenig stärker als die mittlere.

---

1) Buchenau, über Blüthenentwickelung bei den Compositen; Botanische Zeitung, 1872; wird ferner citirt unter »Bot. Ztg.«

3, 5: aus *Tragopogon eriospermus*; 2 Zellreihen, die innere wenig stärker als die andere; jene spaltet sich bald, diese erst um den Kelch, *c*, zu bilden.

3, 36: *Sogalgina triloba*. Die äussere Zellreihe greift so viel über die innere hin, dass ihre obere Zelle als Pseudo-Scheitelzelle auftritt.

4, 21: *Lappa tomentosa*. Die innere Zellreihe greift über die äussere hin, aber nicht so viel wie im vorhergehenden Beispiel.

5, 2—6: *Senecio vulgaris*. Fig. 2: Die Staubblätter werden sehr hoch am Rande des Bechers angelegt, die Krone kann daher nur noch äusserst niedrig sein; der Schnitt geht doch nicht genau durch die Mitte eines Kronblattes. Fig. 3: Zwei fast gleich starke Zellreihen in der Krone. Fig. 4 und 5: erlauben verschiedene Deutungen. Fig. 6: Von den zwei Zellreihen greift die innere bald über die andere hin und setzt sich allein fort.

8, 1—3: *Antennaria*. Fig. 1: Zwei Zellreihen an jeder Seite, die nach abwärts sich spalten. An der rechten Seite sind sie gleich stark, an der linken greift, wie es scheint, die äussere über die innere hin; Fig. 2 zeigt zwei gleich starke; Fig. 3 eine mittlere dominirende, in welcher verschiedene Theilungen Statt gefunden haben.

Es kommen also Fälle vor, wo es an dem Längsschnitte den Anschein hat, als ob eine innere Scheitelzell-Reihe vorhanden wäre; durch Vergleich einer Menge von Präparaten geht aber deutlich hervor, dass es Pseudo-Scheitelzellen sind, deren terminale Stellung durch Uebergreifen über und Verdrängung einer Zellreihe durch eine andere zu Stande gebracht ist. An demselben Präparate erhält man durch Wechsel der Einstellung verschiedene Bilder (bald völlig gleich starke Zellreihen, bald eine stark geförderte u. s. w.), und kommt man zu dem Resultate, dass a u c h i n t a n g e n t i a l e r R i c h t u n g selbstständige Zellreihen neben einander liegen. Dieses wird durch tangentiale Längsschnitte bestätigt. Betrachtet man Becherränder oder Kronen in tangential optischen Längsschnitten, so findet man eine Anzahl mehr oder weniger regelmässiger Zellreihen, die senkrecht zum Rande verlaufen, und Querschnitte zeigen auch, dass die Zellreihen nicht in genetischem Verhältniss zu einander stehen können; weder in tangentialer oder radialer Richtung ordnen die Zellen sich regelmässig (**1**, 8). Zu bemerken ist noch, dass das Gewebe bisweilen so unregelmässig

sein kann, dass es auf einem radialen Längsschnitte nicht gelingt die Zellen zu bestimmten Reihen hin zu führen, so wie es auch vorkommt, dass eine Zelle am Rande so liegen kann, dass sie eben so wohl der einen als der anderen Reihe zugetheilt werden kann. Ein Beispiel hierfür findet sich bei Hänlein, Fig. 15; seine Figuren (9—12, 15, 19) stimmen mit meinen übereins.

Die Epidermis ist ebenso aus Längsreihen von Zellen gebildet, welche über den Becher-Kronrand hinlaufen, ohne dort eigens ausgebildete Randzellen zu haben; es findet sich nicht einmal constant eine Reihe Zellen gerade im äussersten Rande.

Die Krone besteht häufig später in seinem mittleren Theile zwischen den Fibrovasal-Strängen aus nur 2 Zellschichten. Ich habe es früher erwähnt und abgebildet (»Ramification« p. 37, tab. 2, 14 und 15); beobachtet habe ich es bei z. B. *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Tanacetum*, *Linosytis*, *Mulgedium*, *Sogalgina*, *Bellis* (5, 34), *Senecio vulgaris*, *Gnaphalium uliginosum* (8, 30). Ich habe meine Aufmerksamkeit nicht besonders auf die Entstehungsweise dieser zwei Schichten gerichtet; in einigen Fällen (z. B. *Senecio*) schien es, dass ein starkes Wachsthum der Epidermis intercalar in der Mitte der Kronröhre Statt findet, durch welches das Mesophyll in einen oberen und einen unteren Theil zerrissen wird (also auf eine ähnliche Weise wie die oben erwähnten hohlen Spreuborsten entstehen); in anderen (z. B. *Gnaphalium*), dass nur die apicalen Epidermis-Zellen, wie bei vielen Pappus-Haaren, das Wachsthum durch tangentiale und andere Theilungen fortsetzten, und dass durch spätere Theilungen ihrer Abkömmlinge die Krone an der Spitze mehrschichtig wurde, ganz wie es bei vielen Ovular-Integumenten geht. Chatin hat angegeben[1]), dass *Chrysanthemum sinense*, *Cosmos bipinnatus* u. a. nur eine einzige Schicht von Zellen in den Kronblättern haben; ich habe solches nirgends gefunden.

Androeceum. Hänlein ist der erste, der die histiologische Entwickelung der Staubblätter bespricht (l. c. 16). Er giebt aber über ihr erstes Auftreten nur an, dass es »dadurch bemerklich wird, dass sich gewöhnlich eine Periblem-Zelle stark vergrössert«. Bei Bildung der Staubblätter wird bei einigen Arten die 1. subepidermale Schicht zuerst in Arbeit versetzt und die 2. gesellt sich ihr dann bisweilen

1) Bulletin de la société botanique de France, VIII, 22.

später zu: *Senecio vulgaris*, 5, 2, 3, 6; *Sonchus*; *Bellis*; *Cirsium palustre*, 2, 9 u. a; bei anderen macht die zweite subepidermale Schicht den Anfang und die erste mit der Epidermis wird einstweilen ungetheilt emporgetrieben (z. B. *Tragopogon*: 3, 5; *Sogalgina*: 3, 36; *Lappa*: 4, 21); oder alle beide Schichten fangen gleichzeitig an, was ich z. B. bei *Centaurea Scabiosa* gefunden habe. Selbst wenn es bisweilen gelingen kann, eine voranschreitende Zelle in der einen oder der anderen Schicht zu finden, gesellen sich ihr doch immer sehr schnell andere bei, und es ist immer eine Gruppe von Zellen, deren Abstammung aus einer einzigen man schwierig wird beweisen können, der das Staubblatt seine Entstehung zu verdanken hat. In der ersten Jugend finden vorzugsweise tangentiale Theilungen Statt, durch welche eine Anzahl senkrechter Zellreihen aufgebauet wird (1, 6; 5, 3, 6), und der Wachsthums-Modus ist also im Wesentlichen wie in der Krone und der becherförmigen Axe. Eine subepidermale Schicht ist also bisweilen ursprünglich vorhanden, oder kann, wenn die Staubblattbildung in der ersten subepidermalen Schicht der Axe Statt hatte, doch durch spätere Differenzirung einigermassen regelmässig ausgebildet werden (vergl. 5, 6). Diese Schicht ist, wie ich früher zeigte[1]), Mutterschicht der Antheren-Fächer mit ihrem Pollen und umgebenden spiralig verdickten Zellen. Ich habe nicht von Neuem meine Aufmerksamkeit dieser Seite der Entwickelung speciell zugewendet; an den zahlreichen Schnitten, die für andere Zwecke angefertigt wurden, kamen mir aber oft Bilder von Staubblättern vor Augen; ich habe nur Bestätigung des früher Gesehenen gefunden, oder, wo die Schnitte weniger überzeugend waren, wenigstens keine Widersprüche. Auch bei *Knautia arvensis*, bei welcher das Staubblatt ganz wie bei den Compositen durch Theilnahme der zwei obersten subepidermalen Schichten angelegt wird, sah ich Längsschnitte, die den als allgemein aufgestellten Entwickelungsgang als auch für die Familie der Dipsaceen geltend angeben. Durch andere Untersuchungen[2]) bin ich dazu geführt worden, die vier sogenannten »Loculamente« einer Anthere als vier Neubildungen des Blattes zu betrachten, die wir den Pollen-Säcken an den Staubblättern von *Cycas*

1) Ueber Pollen bildende Phyllome und Kaulome. Hanstein's botan. Abhandlungen Bd. 2, 1873.

2) Bemerkungen über das Eichen. Botan. Ztg. 1874.

und den Mikro-Sporangien der höheren Kryptogamen homolog betrachten müssen, so wie der Nucleus ovuli einem Makrosporangium entspricht, worüber bald näheres anderswo.

Wenn Hänlein darüber in Zweifel ist, ob die bei vielen weiblichen Blüthen beobachteten rudimentären Staubblätter wirklich Rudimente oder eher Anfänge einer Weiterentwickelung sind, so scheint es mir darüber nur die eine Meinung geben zu können: dass sie Rudimente sind; die zungenförmigen weiblichen Blüthen sind doch gewiss Abstammungsformen von regelmässigen Blüthen, wie wir sie bei den Tubifloren finden, und bei den verwandten Dipsaceen, Loniceren, Rubiaceen, Campanulaceen u. s. w. und diese müssen wir als typisch zwitterig betrachten. Die Tubifloren stehen offenbar den ursprünglichen Formen am nächsten, die Liguliforen und Radiaten entfernen sich von ihnen am meisten [1]).

Gynoeceum. »Die Anlage des Griffels«, bemerkt Hänlein, »geht, wie bei den vorhergehenden Organen vom Periblem aus«. Aus seinen Zeichnungen geht hervor, dass es vorzugsweise die erste subepidermale Schicht ist, die in Arbeit versetzt wird. Dieses ist richtig; die Entwickelung geschieht nach demselben Principe, wie die der vorhergehenden Theile: Bildung einer Anzahl senkrechter Zellreihen durch Tangential-Theilung einer Gruppe von Zellen, doch ist die Regelmässigkeit gewöhnlich nicht so gross (5, 6, 7; 8, 30).

Hänlein betrachtet als unrichtig die von Köhne (l. c. 8, 20—21) angegebene Thatsache, dass das vordere Fruchtblatt früher entsteht als das hintere, und schreibt, mit Buchenau, die beobachtete ungleiche Griffellänge dem Umstande zu, dass der Schnitt nicht völlig median geführt sein soll, — aber gewiss mit Unrecht. Die Griffel sind wirklich oft ungleich lang, und dieses steht jedenfalls bisweilen mit ungleichzeitiger Anlegung in Verbindung. Dabei scheint bald das vordere, bald das hintere Fruchtblatt das geförderte zu sein. Das vordere ist das geförderte bei *Senecio vulgaris* (5, 10), *Pyrethrum* (7, 12, 13), *Grangea*, *Dahlia*, *Tussilago* (8, 17), *Gnaphalium* (8, 30). Bei anderen fand ich dagegen das hintere länger als das vordere z. B. *Antennaria* (doch nicht immer und ziemlich gering war der Unterschied auch), *Solidago*, *Siegesbeckia*. Hänlein fand den hinteren Griffel länger

1) Vergl. Hildebrand: Ueber die Geschlechtsverhältnisse.

als den vorderen bei den weiblichen Blüthen von *Bellis* und *Broteroa*, behauptet aber gleichzeitige Entstehung. Es ist möglich, dass dieses hier der Fall sein kann, in anderen findet aber ungleichzeitige Anlegung Statt. In älteren Blüthen kommen auch oft ungleiche Längen vor; so habe ich bei *Helminthia* Blüthen gefunden, wo der vordere Griffel länger als der hintere war, andere wo das Umgekehrte Statt hatte, andere wo sie gleich lang waren; wie die Anlegung folgte, weiss ich aber nicht.

Das Eichen werde ich binnen Kurzem anderswo besprechen.

Nectarium. Wie Hänlein schon bemerkt hat, ist es eine Emergenz. Es entsteht durch Tangential-Theilungen von einer Menge Zellen fast ausschliesslich der ersten subepidermalen Schicht. Ich fand seinen Bau aber weit regelmässiger, als Hänlein an mehreren Figuren abgebildet hat; denn an keinem anderen Organe der Blüthe finden die Tangential-Theilungen so stark und regelmässig Statt wie hier, daher auch an keinem anderen die relativ senkrechten oder radialen Zellreihen so schön sind wie hier (2, 4 aus *Cirsium arvense*); radiale Theilungen treten wohl auch auf, aber sparsam, und ob wohl unregelmässige Partieen wie die von Hänlein abgebildeten vorkommen, so sind sie doch selten. Ich habe den Bau beobachtet bei *Cirsium arvense, Tragopogon, Lactuca, Tagetes patula, Sonchus, Tanacetum, Carduus, Taraxacum* u. a.

Dass das Nectarium 5-eckig oder 5-lappig werden kann, ist bekannt; es rührt das wohl von dem Drucke der umgebenden Blüthentheile her. Spaltöffnungen kommen häufig vor, z. B. bei *Cirsium arvense, Sonchus, Galinsoga, Hieracium* u. a., und sind ja von anderen beobachtet worden (besonders Jürgens). Gewöhnlich haben sie sehr gewölbte Schliesszellen und die Spalte radial-senkrecht, nicht transversal (vergl. Hänlein). Wo das Nectarium ausgeprägt pentagonal war, fand ich oft eine ältere Spaltöffnung gerade an jeder Ecken desselben, z. B. bei *Sonchus, Leontodon* (9, 18), *Hypochœris*. Auf dem Rande des sehr hohen becherförmigen und gelappten Nectarium von *Centaurea Jacea* liegen ebenfalls Spaltöffnungen. Buchenau betrachtete das Nectarium als »eine starke Ausbildung des zwischen Staubgefässen und Pistillen liegenden Axengliedes« (Senckenb. p. 118, Bot. Ztg. 1872); Köhne und Hänlein haben aber mehr Recht, wenn sie die Griffel-Basis als Bildungsstätte desselben angeben; denn da findet seine Bildung

wohl immer Statt, und ausgezeichnet deutlich fand ich seine Lage dort bei *Lactuca* und *Tragopogon;* aber es kommt auch vor, obgleich gewiss selten, dass das Nectarium nicht nur an der Griffel-Basis entsteht, sondern zugleich seinen Ursprung nimmt von Zellen, die zu dem zwischen Griffel und Staubblätter liegenden Gewebe gerechnet werden müssen, z. B. bei *Palafoxia*, *Cirsium arvense* (2, 4)[1]).

Der Kelch.

Die meisten von denen, die sich mit der Entwickelungsgeschichte der Compositen-Blüthe beschäftigten, haben angegeben, dass eine wulstförmige Erhebung unter der Krone sich bilde, oder das eine mehr oder weniger deutliche »Einschnürung« dort entstände und auf diesem Wulste oder auf dem unteren Rande dieser Einschnürung bilde sich dann der Pappus. Dieser Wulst findet sich in der That auch bei fast allen. Dass er wirklich eine selbstständige Neubildung sei, konnte wohl erst bewiesen werden, als die histiologische Entwickelung verfolgt wurde, und daher kommt es, dass wir bei früheren Autoren unbestimmte Ausdrücke wie »Einschnürung« finden, ohne dass angegeben wird, wie diese Einschnürung eigentlich zu Stande kommt. Es ist nun aber in der That eine wirkliche Neubildung am unteren Rande der Einschnürung vorhanden, die, wie ich wohl zuerst gezeigt habe, durch Zelltheilungen unter der Epidermis zu Stande gebracht wird. Bei einigen Gattungen kommt der Wulst erst zu Stande, nachdem einige Pappus-Körper angelegt worden sind, und verbindet dann ihren Grund. Der Kelch besteht also aus zwei Theilen: aus diesem Wulste und aus dem Pappus. Ueber das gegenseitige Verhältniss dieser beiden Theile werde ich unten sprechen; hier zuerst einige Bemerkungen über den Kelch in Relation zu den übrigen Blüthentheilen.

Die horizontale Zone, in welcher der Kelch zum Vorschein kommt, liegt bei den verschiedenen Gattungen in sehr verschiedener Höhe.

Wo der Kelch sehr früh, also gleichzeitig mit (oder gar vor) der Krone, oder gleich nach der Krone angelegt wird, liegt die Zone, in

---

1) Weiteres über das Nectarium vergl. Hildebrand, Geschlechtsverhältnisse; Cassini, Opuscules besonders II, 208; Caspary, de Nectariis.

welcher er zum Vorschein kommt, unter der organischen Axen-Spitze, z. B. bei *Tragopogon* (3, 1, 2), *Cirsium* (1, 1—3; 2, 5, 6), *Carduus* (2, 19), *Helminthia* und am tiefsten bei der verwandten *Acicarpha* (8, 34), wo er auch am deutlichsten vor der Krone entsteht. Auch *Succisa pratensis* gehört hierher, sowie nach Payer's Abbildungen[1]) zu schliessen: *Dipsacus laciniatus*, *Fedia cornucopiae* u. a.

Wo der Kelch dagegen wenig vor oder etwa gleichzeitig mit oder etwas nach den Staubblättern angelegt wird, da liegt der Ort seiner Entstehung ungefähr in der Höhe der organischen Axen-Spitze, oder nur ein wenig niedriger, selten ein wenig höher, z. B. bei *Antennaria* (8, 4), *Tussilago*, *Solidago*, *Lactuca*, *Lappa* (4, 1—3), *Leontodon*, *Ligularia*, *Taraxacum*, *Catananche*, *Centaurea*, *Sonchus*, *Hieracium*, *Cineraria* u. a., — bei weitem der häufigste Fall. *Knautia arvensis* wird auch am nächsten hieher zu rechnen sein.

Wo er etwa gleichzeitig mit den Fruchtblättern angelegt wird, da liegt der Entstehungsort gewöhnlich noch höher, also an den Seiten der becherförmigen Axe selbst, und höher als die organische Axen-Spitze, z. B. bei *Senecio*, *Grangea*, *Hypochaeris* u. a.

Wird der Kelch endlich noch später angelegt, ungefähr gleichzeitig mit dem Ovulum, dann liegt auch der Ort der Entstehung gewöhnlich noch höher, z. B. bei *Anthemis* (Warming: Ramification etc. tab. 2, 5), *Lampsana*, *Matricaria*, *Pyrethrum* (7, 12, 13), *Heliopsis*, *Calendula*, *Anacyclus*, *Tanacetum*, *Bellis* (5, 32) u. a. wie *Lagascea mollis* nach Buchenau.

Zu bemerken ist hierbei erstens, dass eine bestimmte Relation zwischen der Stärke des Kelchs und der Zeit und dem Ort seiner Entstehung besteht. Es springt so in die Augen, dass die erst genannten Gattungen im Allgemeinen einen starken Kelch haben mit zahlreichen und mächtig entwickelten Pappus-Körpern, und da wo der Kelch am bestimmtesten vor der Krone und am tiefsten unter der Axen-Spitze entsteht, besteht er auch aus 5 stark entwickelten ungetheilten Blättern (*Acicarpha*); dass die folgenden im Allgemeinen genommen einen schwächer entwickelten Kelch haben, und dass die zuletzt genannten einen sehr schwachen Kelch haben, der gar bei eini-

1) Organogénie comparée de la fleur. Paris 1857, tab. 131, 132.

gen auf eine äusserst niedrige ringförmige Erhebung beschränkt ist, welcher gar keine Pappus-Körper trägt. Es geht hieraus hervor, dass das verspätete Hervortreten des Kelchs in geradem Verhältniss zu dem Grade seiner Ausbildung steht; je mehr der Kelch sich von dem phylogenetisch ursprünglichen Verhältniss entfernt und unterdrückt wird, desto später und auf desto grösserer Höhe über dem Boden der kraterförmig vertieften Axe entsteht er.

Es ergiebt sich aber zweitens, dass der Kelch eigentlich immer ungefähr an derselben organischen Höhe der Axe angelegt wird; die fortgesetzte becherförmige Ausbildung der Axe ruft den Schein hervor, dass er an verschiedener Höhe angelegt wird. Bei den erstgenannten Gattungen entsteht der Kelch also oft recht tief unter dem Kraterboden (z. B. *Cirsium*, I, 2, 3; 2, 5); nach und nach wird er aber über demselben gehoben und steht schliesslich ebenso hoch über ihm und über dem Eichen, als bei irgend einer anderen Gattung. Von *Lappa* findet sich 4, 1—6 eine vollständigere Reihe von Entwickelungsstufen, die dasselbe zeigen. In einem Entwickelungs-Stadium wie Fig. 4, wo die Carpelle angelegt worden sind, aber noch nicht das Eichen, liegt der Kelch also schon ziemlich hoch über der Axen-Spitze, und in diesem Stadium entspricht die Erhebung des Kelches ungefähr der von anderen Gattungen, die im Ganzen genommen auf derselben Entwickelungsstufe sind, wo der Kelch aber mehr retardirt ist, z. B. *Bellis* (5, 32), und jetzt eben angelegt wird; die Insertions-Zone der Kelche ist also etwa dieselbe, ob er früh oder spät angelegt wird, nicht aber die absolute Höhe dieser Zone über der Axen-Spitze. Dieses gilt aber natürlich nur in den gröberen Zügen; von vollständiger Uebereinstimmung ist nicht die Rede, und man wird z. B. bei *Pyrethrum* (7, 12, 13) finden, dass die Erhebung des Kelchs geringer ist, als bei den vorigen, obgleich die Entwickelung der Blüthe im Allgemeinen weiter vorgerückt ist, indem das Eichen schon in Entstehung begriffen ist.

Endlich geht aus dieser Zusammenstellung der Entwickelungs-Stadien ein Beweis dafür hervor, dass die Seiten des Ovarium wenigstens zum grossen Theile aus der Axe gebildet sind, dass die Axe sich wirklich becherförmig aushöhlt. Darüber kann doch kein Zweifel herrschen, dass der Kelch bei *Cirsium*, *Tragopogon*, *Lappa* u. s. w. wirklich an der Axe angelegt wird; wenn er dann später an ein becherförmiges Organ zu stehen kommt, muss dieses selbst-

folglich immer noch Axen-Natur haben. Schon Cramer[1]) scheint hierauf aufmerksam gewesen zu sein, indem er sagt (pg. 132): »Aus den Figuren 4, 5, 9a und 12 scheint im Uebrigen noch hervorzugehen, dass der unterständige Fruchtknoten der Compositen seine Entstehung einer ringförmigen Erhebung der Blüthenaxe zu verdanken hat«; die ersten interessanten Stadien, wo der Kelch noch unterhalb der Axen-Spitze liegt, hat er aber nicht abgebildet, vielleicht nicht gesehen, und erst durch sie wird der Beweis geliefert, dass wir in der That mit einer Axen-Aushöhlung zu thun haben. Was aber für einige Arten Geltung hat, dürfte auch für die anderen gelten. Wenn Köhne meint: »Ueber die Natur der Fruchtknotenwand lässt sich weder auf Grund des normalen Entwickelungsganges, noch auf Grund der Missbildungen der Compositen-Blüthe ein ganz bestimmtes Urtheil fällen«, dürfte dies also nicht richtig sein.

Ich komme hiermit auf die Natur des ganzen becherförmigen Organs zurück. Steht es fest, dass die Axe sich überhaupt becherförmig aushöhlt, ist es das Natürlichste, weiter zu schliessen, dass der zuerst gebildete becherförmige Körper nur eine hohle Axe ist bis zu der Zeit, in welcher die ersten Spuren von Ausbuchtungen an seinem Rande sichtbar werden. Celakovsky hat von Neuem die alte Frage über die Natur der Fruchtknotenwand auf seine gewöhnliche klare und durchdringende Weise behandelt[2]). In dem meisten kann ich völlig mit ihm übereinstimmen; in einigen kleineren Punkten aber nicht; so verstehe ich nicht, wie er mit Köhne glauben kann, dass »der Ringwall, der bei der Bildung der Compositen-Blüthe (so wie auch bei Valerianeen und Dipsaceen) zuerst entsteht, für den Primordial-Ring der Corolle, welcher auch die Anlage der Staubgefässe in sich enthalten könnte«, zu halten ist. Es heisst wohl: »Dafür spricht die viel tiefere Insertion des später auftretenden Kelch-Rudiments und selbst die Stellung der Staubblattanlagen, besonders bei Valerianeen (*Centranthus* nach Payer), so wie ferner der Umstand, dass sonst immer wenigstens der Kelch, oft auch die Corolle früher angelegt werden, be-

1) Bildungsabweichungen bei einigen wichtigeren Pflanzenfamilien. 1864. Später als »Bildungsabw.« citirt.

2) Ueber die Cupula und den Cupularfruchtknoten. Oesterreich. botan. Zeitschrift, Jahrg. 1874, Nr. 12.

vor die Aushöhlung der Cupula unter ihnen anfängt.« Ich verstehe die Bedeutung dieser Thatsachen für die Entscheidung der betreffenden Frage nicht; die Axen-Ausbreitung muss mit höher liegenden Stempelgliedern beginnen können, denen die des Kelchs nachfolgen; dadurch wird dieses relativ tiefer inserirt; dass die Staubblattanlage bei *Centranthus* ganz oben am Rande des Bechers angelegt wird, beweist eher, dass dieses bis ganz hinauf eine Axen-Bildung ist, als dass es aus zwei verschmolzenen Blattwirteln besteht; und die Verspätung des Kelchs hängt, wie wir sahen, mit ihrer schwachen Ausbildung zusammen, was wohl wieder von dem eigenthümlichen Blüthenstande bedingt ist. Uebrigens ist die Axen-Spitze schon vertieft, wenn bei z. B. den Onagraceen die ersten Blüthentheile erscheinen und das dürfte sich wohl auch an vielen anderen Stellen finden lassen[1]). Wenn Celakovsky erst überhaupt primitives Vereintwachsen von Krone und Androeceum annehmen wird, verstehe ich auch nicht, warum es das Gynoeceum nicht in denselben Becher einschliessen will: »Dass aber die Carpellar-Anlagen der Compositen in dem Primordial-Ringe der Corolle bereits enthalten wären, ist wohl nicht zuzugestehen«; auch hier scheinen mir seine Gründe nicht überzeugend: »Die Breite des Ringes wird nämlich durch die Blumenblattzipfel und vollends die Staubblattanlagen gänzlich absorbirt, so dass für die Carpelle nur durch basales intercalares Wachsthum des Ringes unterhalb der Staubblattanlagen Platz wird«. »Die Zone der Carpelle ist also erst nachträglich entstanden, und diese können nicht gleich in dem sich erhebenden Primordial-Ringe enthalten gewesen sein, sondern sind als neue Sprossungen aus der Basis des Ringes zu betrachten«. »Diese Zone ist sicher axil.« — Die innere Becherseite wird zwar durch Krone und Androeceum absorbirt, aber nur in tangentialer Richtung, wenn man sie in einen Wirtel zusammengeschmolzen denkt; in radialer Richtung dürfte Platz genug vorhanden sein für die Paar Zellen, welche als Urmutterzellen der Carpelle nöthig wären; gesteht man ein primitives Vereintwachsen nicht nur von Organen, die in tangentialer Richtung neben einander gestellt sind, sondern auch von solchen, die in radialer Richtung zwei verschie-

1) Barcianu, Blüthenentwickelung bei den Onagraceen in Sckenk und Lüerssen's Mittheilungen, Bd. 2, 1875.

dene Zonen einnehmen, kann man sich nicht weigern, weiter zu gehen und eine fast unbegrenzte Anzahl Wirtel als in einem Primordium unsichtbar verschmolzen anzunehmen, die dann nach und nach aus demselben hervortauchen. Die Zone der Carpelle braucht dann auch nicht nachträglich entstanden und axil zu sein. Die Gründe, welche Celakovsky dazu bewegen, Axen-Aushöhlungen überhaupt und speciell hier anzunehmen, müssen ihn, scheint es mir, dazu führen, auch die zuerst entstandene becherförmige Bildung als Axen-Bildung zu betrachten. Ein primitives Vereintwachsen mit nachfolgender Trennung von Gliedern ist überhaupt bisher wohl nur bei solchen bewiesen oder als wahrscheinlich dargethan, die auf derselben Höhe wirtelig gestellt sind (z. B. »Cyclome« bei *Primula*, *Malva*, Onagraceen etc.) oder, verschiedenen Wirteln gehörend, einander genau superponirt sind, wie Krone und Staubblatt bei vielen obdiplostemonen und anderen Blüthen [1]) oder wie Mutterblatt und Achselknospe. Bei dem Compositen-Becher müssten wir noch einen Schritt weiter gehen und alternirende Wirtel in einem Primordium annehmen. So lange keine zwingende Gründe für diese Annahme vorliegen, müssen wir bei der älteren stehen bleiben: eine hohle Axe und einen Entwickelungsgang wie bei den meisten anderen Gamopetalen annehmen.

Eine andere Frage ist die, ob diese hohle Axe inwendig von den Fruchtblättern wie bekleidet ist, und hier dürfte Celakovsky vielleicht das Richtige getroffen haben.

Ehe ich diese Frage über hohle Axen-Bildungen verlasse, werde ich noch der weiblichen Blüthenstände von *Xanthium* gedenken. Nach Köhne's Darstellung (Blüthenentwickl. 25) kommen an der Axe zahlreiche kleine Höcker zum Vorschein, von unten nach oben fortschreitend; endlich die grossen Tragblätter der zwei weiblichen Blüthen. »Zuerst erscheinen diese Fortsätze« (die Höcker, welche sich kegelförmig und hakenförmig ausbilden), »ihrer Entstehung gemäss, unterhalb des Gipfels der Blüthenstandaxe inserirt. Später aber finden Verschiebungen der Art statt, dass die meisten der hakenförmigen Fortsätze an den beiden grossen Deckblättern hinaufgerückt zu sein scheinen, als ob sie aus dem Rücken derselben entsprungen wären«.

---

1) Vergl. z. B. Frank, über die Entwickelung einiger Blüthen. Pringsheims Jahrb. X. 1875.

Wenn diese Entwickelungsgeschichte richtig ist, haben wir auch hier eine krugförmig ausgehöhlte Axe, die an ihrem oberen Rande zwei grössere Blätter, an ihrem Rücken eine Menge kleinerer Fortsätze trägt. Die von Baillon publicirte Entwickelungsgeschichte[1]) ist nicht so klar, und von obenstehender etwas abweichend: »Il n'y en a (d. i. von den hakenförmigen Körperchen) ordinairement qu'un très petit nombre sur l'axe au moment où les deux bractées florales apparaissent; et les autres ne se développent qu'après.« Köhne betrachtet diese Körperchen wie Al. Braun[2]) als Blätter, Baillon als »quelque chose de comparable aux petites écailles de la cupule des Chênes«.

Die zwei Theile des Kelches.

Die zwei Theile des Kelchs, nämlich die ringförmige Erhebung und die Pappus-Körper, verhalten sich in ihrer Entstehung auf verschiedene Weise. Das eine Extrem ist dies, dass Pappus-Körper isolirt an der Axe selbst zum Vorschein kommen, ehe sie durch die ringförmige Erhebung vereint werden; das andere, dass eine wulstförmige die Axe ringförmig umfassende Erhebung (nachher kurz als »Kelchwulst« erwähnt) entsteht und sogar recht gross wird, ehe die ersten (so wie alle folgenden) Pappus-Körper an ihr, und nicht direct an der Axe, angelegt werden. — Diese Extreme sind durch alle möglichen Zwischenstufen verbunden.

Der erste Fall [den ich den *Tragopogon-Cirsium*-Typus nennen werde] kommt bei solchen Gattungen vor, und wohl nur bei solchen, wo die Pappus-Körper sehr kräftig ausgebildet werden (ein schwaches Gefässbündel führen, emergenzartig sind) und sehr früh entstehen, also die schon oben (S. 29) in Vereinigung erwähnten Gattungen *Tragopogon*, *Cirsium*, *Carduus* u. a.

An den Längsschnitten von *Cirsium arvense* Taf. 1, 1—3, ist der Kelch (ç) schon angelegt, innerlich durch wenige tangentiale Theilungen, äusserlich durch schwache Hervorragungen unterhalb der becherförmigen Axe, an welcher fast gleichzeitig die Kronblätter angelegt werden, angedeutet. Die Zelltheilungen finden aber vorläufig nur an fünf

1) Organogénie florale des Xanthium. Adansonia 1, 117—20.

2) Individuum, p. 120.

Stellen Statt, und dadurch entstehen 5 Höcker, die schon recht gross werden können, ehe die Zelltheilung auch die zwischenliegenden Partieen der Axen-Peripherie ergreift und sie durch niedrige Wülste verbinden (vergl. I, 23: *Cirsium arvense*, **2**, 5, 6 und 8, *Cirsium palustre*). Dasselbe findet bei *Carduus crispus* Statt, **2**, 17—19; der Längsschnitt (Fig. 19) zeigt, dass ein starker Pappus-Körper median hinten angelegt ist, während die vordere Seite noch keine Spur von solchen aufweisen kann. Dieselbe Tafel weist ferner eine ganz gleiche Entwickelung bei *Zinnia* nach (30—34), nur mit dem Unterschiede, dass hier nur 1 Pappus-Körper, median hinten, angelegt wird, ehe der Kelchwulst erscheint. Ferner werden Taf. **3**, 1—4 denselben Entwickelungsgang zeigen für *Tragopogon*, und Fig. 24—26 für *Scorzonera* andeuten; und dasselbe findet sich noch bei anderen Gattungen. In keinem Falle fand ich, dass die so angelegten primären (öfters 5) Pappus-Körper nicht durch Wülste verbunden wurden, und dass andere Pappus-Körper entständen, ehe diese Wülste angelegt worden waren, oder um kurz zu sein: diese primären Pappus-Körper, die, wie ich später zeigen werde, die Kelchblätter sind, werden bald vereint wachsen, einen gamophyllen Kelch bildend, an dessem Rande die anderen Pappus-Körper entstehen [1]).

Im zweiten oben erwähnten Fall (dem *Senecio-Lactuca*-Typus) entsteht zuerst ein ringförmiger Wulst, und bei einigen Gattungen bleibt es bei der Ausbildung von diesem stehen, sie bleiben pappuslos: *Lampsana, Pyrethrum* u. a. Dagegen wird dieser Wulst bei den meisten anderen Gattungen der Träger eines Pappus: *Senecio, Taraxacum, Tussilago, Conoclinium*, und vielen anderen (Näheres unten); ja bei einigen wird er sogar recht mächtig, ehe der Pappus erscheint. In den meisten, ja vielleicht allen Fällen ist dieser Wulst doch nicht gleich kräftig überall, wird auch nicht rings herum gleichzeitig angelegt. Die stärkeren Partieen entstehen zuerst (z. B. *Lappa:* **4**, 1—3), und man findet oft sehr schön an Längsschnitten bestimmte Zelltheilungen und die Bildung eines Höckers an der einen Seite, während

1) Es scheint, dass alle bisher gemeint haben, ein Ringwulst wäre immer früher vorhanden, als der Pappus; Hänlein sagt sehr bestimmt: »ferner haben alle Pappus-Formen das gemeinsam, dass sie nicht direct aus der Axe entspringen, sondern dass sich zuerst an dem oberen Theile des Fruchtknotens ein Ringwulst bildet. Erst aus diesem sprossen dann die Pappus-Strahlen hervor.«

gar nichts hiervon an der anderen sichtbar ist. Auch hier findet man gewöhnlich, dass 5 Stellen bevorzugt sind, dass der Ringwulst daher 5-eckig wird (vergl. z. B. *Lappa:* **4**, 9; *Taraxacum:* **6**, 31 u. a.), und wenn die Blüthen von aussen betrachtet werden, sieht man einen ausgebuchteten Wall rings herum unterhalb der Krone verlaufen, an welchem dann die Pappus-Körper entstehen (*Lappa:* **4**, 8, 12). Ich betrachte diesen Ringwulst, wie später specieller erörtert werden wird, als den Kelch, an dessen Saume die Pappus-Körper entstehen, und die Ausbuchtungen entsprechen dann in den meisten Fällen den Kelchblättern, die also auch hier gewöhnlich isolirt angelegt werden, um weit schneller als im ersten Falle zu verschmelzen. Auch bei den ganz pappuslosen Gattungen ist der Kelch gewöhnlich oft deutlich eckig, und zwar oft 5-eckig.

Zwischen den beiden Extremen ist der Unterschied jedoch gering und unwesentlich; in dem ersten Falle bleiben die Kelchblätter länger und, weil sie schnell grösser werden, deutlicher isolirt als in dem anderen; in dem ersten Falle wachsen sie an der Spitze schnell je in einen kräftigen Pappus-Körper aus, während sie sich in dem anderen zu niedrigen Ecken abrunden und sich zu den schwächeren, feineren Pappus-Körpern als zu etwas mehr Fremdem verhalten, das an ihren Spitzen so wie Rändern und Seiten ohne bestimmte Ordnung zahlreich entsteht.

Histiologie des Kelchwulstes.

Ich bin wohl der erste, der die histiologische Entwickelung des Kelchwulstes besprochen und abgebildet hat[1]). Hänlein (l. c. 29) erwähnt seine Entstehung aus dem Periblene, ohne näheres Detail.

Die Anlage des Wulstes findet immer Statt durch tangentiale Theilungen in der ersten subepidermalen Schicht, bisweilen zugleich in der zweiten; bei Anlage des mächtigen Becher-Wulstes von *Cichorium Endivia* kommen auch Theilungen in dem dritten subepidermalen Schichte vor. An jedem Längsschnitte sieht man gewöhnlich

---

1) »Ramification etc.« Tab. I, Fig. 22 mit Erklärung, und: »Sur la différence entre les Trichomes et les épiblastèmes d'un ordre plus élevé«, in den »Videnskabelige Meddelelser« des naturhistorischen Vereins zu Kopenhagen, 1872; im Folgenden gewöhnlich als »Trichomes« citirt.

eine oder einige wenige Zellen in Arbeit versetzt, und durch fortgesetzte Theilungen von den Abkömmlingen dieser Zellen wird der Wulst gebildet. Er entsteht und wächst wie z. B. die becherförmige Axe: die auftretenden Theilungswände sind vorzugsweise tangentiale, aber auch radiale kommen vor; an dem Längsschnitte scheint daher der Wulst vorzugsweise aus radialen Zellreihen gebildet, und nur in den dickeren Becher-Wülsten ist die Anordnung der Zellen eine unregelmässigere. Vergl.: **1**, 4, 7 von *Cirsium arvense;* **2**, 9 von *Cirsium palustre;* **3**, 5, 6 von *Tragopogon;* **3**, 36 von *Sogalgina*; **4**, 12, 13 von *Lappa* (der Wulst ist mächtiger, die Anordnung der Zellen unregelmässiger); **5**, 3, **6**, 7, 8, 9 von *Senecio* (wo der Wulst am höchsten ist, in Fig. 8, besteht er an dem Längsschnitte aus zwei radialen Zellreihen, also aus zwei Zellschichten); **5**, 33 von *Bellis* (zeigt, dass die Einschnürung unterhalb der Krone nicht allein durch die tonnenförmige Ausbuchtung des Ovariums zu Stande kommt, sondern auch durch specielle localisirte Theilungen in der ersten subepidermalen Schicht); **6**, 19—21 von *Lactuca* (die Anordnung der Zellen in Reihen ist deutlich, obgleich weniger regelmässig als in minder mächtig entwickelten Wülsten).

Es giebt gewiss sehr wenige Gattungen, bei welchen gar keine Spuren vom Kelch nachzuweisen sind; bei den pappuslosen habe ich fast immer einige wenige Zelltheilungen in der subepidermalen Schicht in einer Ringzone unterhalb der Krone finden können, die völlig denen entsprechen, mit welchen die Bildung des Kelchs bei anderen eingeleitet wird, und die daher diesen homolog gesetzt werden müssen; selbst solche Gattungen wie *Calendula*, *Bellis*, *Lampsana* haben einen deutlich nachweisbaren Kelch. Nur bei *Siegesbeckia* und an weiblichen Blüthen von *Zinnia* fand ich bisher gar keinen Kelch, und auch bei *Xanthium* und *Ambrosia*, welche Gattungen ich nicht untersucht habe, dürfte der Kelch völlig unentwickelt sein.

Bildung und Entwickelung der Pappus-Körper.

Dieser Seite der Entwickelung habe ich besonders meine Aufmerksamkeit zugewandt, da sie von keinem meiner Vorgänger auf gebührende Weise berücksichtigt worden ist. Buchenau, Köhne und die früheren Untersucher haben sich mit den inneren Entwicke-

lungs-Processen nicht beschäftigt; von S. Lund liegt dagegen eine Arbeit vor[1]), in welcher man nach dem Titel entwickelungsgeschichtliche Data erwarten müsste, die auch wirklich in grosser Menge und mit dem feinsten Detail sich vorfinden, aber leider fast alle ausspekulirt, nicht beobachtet sind; da sie dennoch mit dem Gepräge der grössten Zuverlässigkeit dargestellt sind, könnten sie wohl hier und da Glauben finden, und scheinen solchen auch z. B. bei Hänlein gefunden zu haben. Ich habe zu diesem Werke beiläufig einige Bemerkungen gegeben (»Trichomes«) und dabei die Entwickelungsgeschichte des Pappus von *Senecio vulgaris* geliefert. Gegen diese publicirte S. Lund eine sogenannte »Antikritik«[2]). Endlich hat Hänlein (l. c. 29) einige sehr wenige, in den Hauptzügen richtige Bemerkungen über Entstehung des Pappus.

Die schwachen haarförmigen Pappus-Körper.

Senecio vulgaris. (Taf. 5 und meine früheren in »Trichomes« Videnskabelige Meddelelser, 1872 publicirten Abbildungen) Fig. 3, 6—9 zeigen die Entstehung des Kelch-Wulstes durch Theilungen unter der Oberhaut. Die Pappus-Haare stehen in schroffem Gegensatze zu diesem, indem sie nur aus der Epidermis ihren Ursprung nehmen (7, 8, 9). In einigen Fällen ist es sicher, dass nur eine Epidermis-Zelle in Arbeit versetzt wird, indem sie sich radial streckt, auswölbt und längstheilt (14, und Videnskab. Meddel. l. c. 188, Xyl. IX); in anderen Fällen scheinen aber zwei oder drei neben einander liegende Oberhautzellen, die vielleicht nicht als Schwestern zu betrachten sind oder in ähnlichen nahen Verwandtschaftsverhältnissen zu einander stehen, sich gleichzeitig auszuwölben. Die Entscheidung, ob das eine oder das andere Statt hat, ist nicht immer leicht. — Durch die jedenfalls sehr schnell vorhandenen Längswände wird nun gewöhnlich der Grund zu 2, 3—4 senkrechten Zellreihen gelegt (vergl. die tangentialen Längs-

1) Le calice des Composées, essai sur l'unité du développement dans le règne végétal. Botanisk Tidsskrift des botan. Vereins zu Kopenhagen 1872, 2. Reihe, Bd. 2. Nachher citirt unter Bezeichnung: »Essai sur l'unité«.

2) Observations sur le calice des Composées, in den »Videnskabelige Meddelelser« des naturhistorischen Vereins zu Kopenhagen, 1873; nachher citirt als »Anticritique«.

bilder Fig. 13—16, die radialen Fig. 7, 8, 23, und die Scheitelbilder von, den Fig. 13—14, 7—8 entsprechenden, jungen Pappus-Körpern Fig. 30). In einigen Fällen, und nach meinen Beobachtungen in den meisten, stehen die ersten Längswände alle oder zum Theil senkrecht oder fast senkrecht auf der Oberfläche des Kelch-Wulstes, obgleich die 2—3 collateralen Zellen wohl selten gleich gross (weit) sind (vergl. Fig. 30, 16, 7, 13—15 u. a.), und die Wand ist nicht gebogen; in anderen Fällen biegt sich aber die eine oder die andere Wand gegen die Spitze hin und setzt sich nicht genau im Zenith der Zelle ein, wie z. B. in Fig. 20 a; von oben gesehen bietet der Pappus-Körper dann einen Anblick wie z. B. Fig. 30 a; die Längswand scheint seitlich gestellt zu sein.

Jede der collateralen Zellen theilt sich durch Querwände, und diese Theilungsart dauert längere Zeit fort, so dass wir eben so viele collaterale senkrechte Zellreihen erhalten; in 8 und 13 a findet sich in einer der zwei gezeichneten Zellen eine Wand (eine andere Zelle liegt möglicherweise vor oder hinter diesen und dasselbe gilt natürlich auch bei den anderen Figuren, die eben nur optische Längsbilder darstellen; in Fig. 18, 21, 24 sind dagegen auch hinten liegende Zellreihen gezeichnet worden); in Fig. 14, 15, 16, 20 a sind zwei, und in Fig. 20 b, 22, 24, 25, 17, 19, 9 sind noch mehr Querwände aufgetreten.

Was die Aufeinanderfolge der Wände betrifft, scheint sie eine Zeit lang allein oder vorwiegend acropetal zu sein, oder, was dasselbe ist, nur die oberste Zelle jeder Reihe theilt sich, fungirt einigermassen als Scheitelzelle für die betreffende Reihe. Zwar sind die Zellwände von solcher einförmigen Dünnheit, dass sie nur wenige Kriterien für die Aufeinanderfolge geben (die von Lund gezeichneten Differenzen sind zum Theil falsch). Doch wo Differenzen sich nachweisen lassen, sind die Längswände die dickeren, und von den Querwänden sind die obersten die dünnsten. Dazu kommt noch die gewöhnlich schöne Alternation der Wände zweier neben einander liegenden Zellreihen, die intercalirende Theilungen unwahrscheinlich machen, indem solche dann immer gleichzeitig in allen etwa auf derselben Höhe liegenden Zellen aufgetreten sein müssten, oder auch musste ein basales Wachsthum Statt haben; darauf deuten aber keine Thatsachen. In Fig. 22 scheint eine intercalare Theilung eingetreten zu sein (bei *). Die Thatsache, dass die Querwände zweier Reihen entweder alterniren oder wie in 17 einander

fast gegenüber liegen, lässt sich aufs schönste dadurch erklären, dass man annimmt: der Rhythmus, der bei der Bildung der ersten Querwände aller einen Pappus-Körper bildenden Zellreihen Statt fand, wird auch für die Bildung aller folgenden beibehalten. Hierüber weiter unten.

Bisweilen dauert die verticale Stellung der Längswände noch eine Weile fort, nachdem die Quertheilungen eingetreten sind (20 b, 24, rechts); aber früher oder später tritt fast immer ungleiches Wachsthum der Zellreihen ein, und die Längswände werden gebogen, indem die eine Zellreihe die andere oder die anderen zur Seite drängt. Wo die eine Längswand von Anfang an schief oder gekrümmt war, wird die dadurch hervorgerufene Ungleichheit der Zellreihen beibehalten und oft vergrössert. Es bieten die Pappus-Körper dann optische Längsbilder wie Fig. 17, wo die rechte Zellreihe von der mittleren überwachsen und zur Seite gedrängt wird; Fig. 18, wo die linke den beiden anderen unterliegt; Fig. 19, wo die linke die bevorzugte scheint, und wo ihre obere Zelle schon eine oberhalb der Spitze der anderen gelegene horizontale Wand gebildet hat; ferner wie Fig. 21, 22, 24, 25.

Es geht aus den Figuren hervor, dass die Spitze der Pappus-Körper, je nach der Ungleichheit der Zellen in Stärke und Wachsthums-Energie, ein verschiedenes Aussehen bietet; bei einem finden wir zwei fast gleich kräftige Scheitelzellen (20 b; 24); bei einem anderen ist eine deutliche aber schwache Ungleichheit (Fig. 16, 18, 20 a, 25); bei anderen wird diese grösser (Fig. 17, 19, 21, 22) und wir enden endlich mit solchen wie Fig. 24, wo eine Zelle über zwei (oder bisweilen mehreren) Zellreihen liegt als scheinbar ihnen allen gehörend, oder: als ob sie die Scheitelzelle des Pappus-Körpers wäre, von der alle die anderen Zellen abstammten. Diese Zelle wird auch von Lund als Scheitelzelle betrachtet, da er aber bisher gar keinen Beweis dafür geliefert hat, dass die anderen Zellen des Pappus-Körpers von ihr abstammen, und auf welche gesetzmässige Weise sie sich theilt, dürfen wir wohl einstweilen von seinem »essai sur l'unité« ganz absehen. Eine solche scheitelständige Zelle, die aber nicht den Werth einer Scheitelzelle hat, nenne ich im Folgenden Pseudo-Scheitelzelle; dass sie nun wirklich nicht den Werth einer Scheitelzelle beanspruchen kann, geht aus der ganzen Entwickelungsgeschichte und den angeführten Data hervor; ferner daraus, dass es, selbst bei nicht eben ange-

legten Pappus-Körpern, in der Regel sehr leicht ist, jene Zelle auf eine bestimmte Zellreihe als ihre obere Zelle zurückzuführen, wobei die Krümmung oder Dicke der Längswände und Einbuchtungen an den Seiten des Pappus-Körpers leitend sind; dass eine solche Scheitelzelle selten über alle Zellreihen hinübergreift, sondern gewöhnlich nur über zwei, warum sie denn auch nicht die Mutter der anderen sein kann (in Fig. 24 liegt eine Zellreihe hinter den beiden vorderen und reicht ebenso hoch als diese oder als die höchste von diesen); endlich aus dem Zusammenhange der verschiedenen Pappus-Formen sowohl von dieser Art, als von den Compositen im Grossen und Ganzen genommen als verschiedene Modificationen eines einheitlichen Entwickelungs-Principes, was aus dem Folgenden noch deutlicher werden wird[1]). Ich

---

1) Als ein Beispiel der Lund'schen Argumentation um sein Scheitelzellwachsthum zu retten führe ich Folgendes an. Er hat beobachtet, dass »une cellule de dermatogène se prolonge au dehors, et se divise immédiatement par une paroi plus ou moins verticale, pour continuer à croître, ses cellules se divisant par préférence (ou exclusivement) par des parois horizontales. . . . . ces rayons d'aigrette n'ont pas de croissance apicale, et se développent uniquement par croissance intercalaire. Examinons donc de plus près cette croissance intercalaire. Elle comprend 2 périodes: a) Une cellule de dermatogène se prolonge d'abord en dehors (croissance apicale marquée!), elle se divise immédiatement par une paroi presque verticale, et celle-ci s'incline bientôt un peu à droite ou à gauche; ensuite b) apparaissent les divisions intercalaires horizontales. Il est clair qu'à première vue, ces rayons d'aigrette se laissent tout naturellement interpréter comme des rayons qui a) se développent d'abord par une cellule apicale du 2. degré, laquelle termine aussitôt sa croissance apicale;« (oben wurde gesagt, dass diese Pappus-Körper kein Scheitelwachsthum haben, nur Intercalär-Wachsthum; jetzt dass sie ein solches haben, das aber sofort aufhört; ferner sogar, dass sie früh eine zweischneidige Scheitolzelle (in der Terminologie des Autors: »de 2. degré«) haben, aber diese muss dann Scheitelzelle in Relation zu sich selbst sein, denn sie führt nie eine Theilung aus, ehe sie sich durch eine »presque verticale« (bisweilen völlig verticale) Wand in zwei theilt, und dadurch »sa croissance terminale«, beendet. »b) l'évolution s'achève ensuite uniquement par croissance intercalaire.« (Anticritique p. 31). Weil solche Pappus-Körper sich aber zwischen anderen entwickeln, die »se développent par une cellule apicale absolue« (was Autor aber nicht bewiesen hat), so heisst es: »est on forcé« »de dire que l'ensemble des faits exige qu'ils soient interprétés de la manière indiquée«. »Ne pas le reconnaître, c'est mettre de côté la dialectique, dont la recherche scientifique ne peut se passer«! Ich kann

muss nach Allem, was ich gesehen habe, glauben, dass ein Wachsthum durch kryptogamische (monarchische) Scheitelzellen überhaupt beim Pappus keiner Composite vorkommt, obgleich es a priori wohl nicht für unmöglich erklärt werden konnte. Scheitelbilder von jungen Pappus-Körpern in allen Stadien, die in Menge leicht zu erhalten sind, wenn man Querschnitte von Blüthen unter das Mikroskop bringt, sind besonders lehrreich; bei *Senecio* erhält man immer oder fast immer Bilder wie die der Fig. 30: »Scheitelzellen« existiren nicht. Unter dem späteren Wachsthume des *Senecio*-Pappus kommen horizontale intercalare Theilungen in Menge vor, weniger verticale, wodurch die Zahl der an Querschnitten zu beobachtenden Zellen vergrössert wird. Die Ungleichheit der ursprünglichen Zellreihen wird auch ferner bisweilen bedeutend erhöht, warum die einen weit niedriger und schmächtiger bleiben als die anderen (17, 21). Wenn man Pappus-Körper von oben betrachtet und durch successive Einstellungen verschiedene optische Querschnitte erhält, wird man daher auch bemerken, wie die Zahl der an der Spitze vorhandenen Zellen weiter nach unten vermehrt wird, indem andere Zellen in der Peripherie zum Vorschein kommen; erst sind sie ganz klein (eng), durch tiefere Einstellungen werden sie aber grösser und reichen weiter gegen die Mitte hin, bis sie schliesslich dieselbe Weite wie die übrigen Zellen erhalten haben; diese Zellen gehören eben solchen Zellreihen, die in der Höhe hinter den

---

nur dem Leser empfehlen, selbst Bekanntschaft mit dem Lund'schen Werke zu machen; ich halte es der Mühe nicht werth, specieller auf eine Kritik derselben einzugehen. Nur werde ich notiren: 1) dass seine Fig. 1 unrichtig aufgefasst ist, weil Pappus-Körper ursprünglich aus nur 1 Zellreihe gebildet nie vorkommen; die punktirte Wand gehört wahrscheinlich einer hinteren Zellreihe an. 2) Dass Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 u. a. unrichtig sind, weil sie eine Ungleichheit in der Dicke der Wände darstellen, die nicht vorkommt; ich wage dieses zu sagen, weil ich sorgfältig nach solchen Möglichkeiten gesucht habe und sie nie habe finden können. 3) Fig. 16 wird wahrscheinlich auf einer irrthümlichen Auffassung beruhen. 4) Nirgends macht Autor einen ernsthaften Versuch, die gesetzmässige Abstammungsfolge der Zellen aus seiner Scheitelzelle, und damit auch die Scheitelzell-Natur zu beweisen. 5) Es ist unrichtig, dass: »tout d'abord la majorité des rayons d'aigrette est munie d'un point végétatif construit d'après l'un des types que nous avons nommés ci-dessus«, das ist: mit einer Scheitelzelle »verschiedenen Grades«.

anderen zurückgeblieben sind, und erst durch tiefere Einstellung zum Vorschein kommen können; die Zelle *a*, Fig. 11, gehört einer solchen Reihe; in den oberen Bildern, die höhere Einstellungen darstellen, verschwindet sie allmälig. Wäre sie durch Längstheilung einer Zelle entstanden, so würde die neue trennende Wand wohl immer plötzlich in ihrer ganzen Breite auftreten, wenn man von einer höheren zu einer tieferen Einstellung geht. In älteren Pappus-Körpern kommt das vor.

Senecio Jacobaea und *viscosa* verhalten sich wie *S. vulgaris*.

Ganz dieselbe Entwickelung findet sich bei *Lactuca muralis* und *perennis* (Taf. 6). Auch hier sieht man zwei collaterale Zellen sich erheben, die aus einer Epidermis-Zelle hervorgegangen zu sein scheinen (Fig. 21, 22 und 26); diesem Längsschnitte entspricht ein Scheitelbild wie 25 o, 27 a. In dem Querschnitte Fig. 26 sind die schraffirten Zellen Basal-Zellen zweier Pappus-Körper. In anderen Fällen sind es drei oder vier Zellen, die den jungen Pappus-Körper bilden (27, 25, 20). Durch horizontale Theilungen wird eine entsprechende Zahl von senkrechten Zellreihen erzeugt, die bald parallel und gleich stark verlaufen, bald ungleich sind, indem eine übergreifend ist. In Fig. 21 sind 4 Pappus-Körper angedeutet, in denen parallele fast gleich starke Zellen oder Reihen bis zum Gipfel verlaufen. In Fig. 24 besteht der Pappus-Körper aus 3 Zellreihen, einer kleinen und einer längeren vorn, und einer dieser letzten gleichlangen hinten. In Fig. 20 besteht er aus wahrscheinlich 4 sich erhebenden Zellen, von denen die drei sich quergetheilt haben. In Fig. 23 findet Uebergreifen Statt. In Fig. 19 ist die Ungleichheit der Zellen von vorne herein gross und eine Pseudo-Scheitelzelle wird durch die mit * bezeichnete Wand gebildet. Ebenso findet sich grosse Ungleichheit der Zellen oder Zellreihen in Fig. 22 b; dieser Pappus-Körper besteht aus wenigstens 4 Reihen. An keiner der vielen Spitzen von jüngeren und älteren Pappus-Körpern, die ich betrachtet habe, fand ich eine ächte Scheitelzelle, auf deren Theilungen ich die unterliegenden Zellen zurückführen konnte; fast überall Bilder wie in Fig. 27. An alten Haaren findet man gegen die Spitze hin gewöhnlich nur zwei Zellreihen; die Querwände in denselben stehen oft einander gerade gegenüber (Fig. 28), und die Längswand ist porös.

Mulgedium (6, 29—30) verhält sich, wie die vorigen. Aus Fig. 29 a und b ergiebt sich, dass die Pappus-Körper selbst in der Geburt nicht durch Scheitelzellen wachsen; eine erhebende emportrei-

bende Kraft ergreift eine Anzahl Epidermis-Zellen; bisweilen liegt eine Zelle gerade in der Mitte des gebildeten Höckers, bisweilen stossen die Scheidewände von zwei oder mehr Zellen gerade in der Mitte zusammen; andere peripherisch liegende werden mehr oder weniger in die Höhe mit geschleppt. Die Längsbilder entsprechen den Scheitelbildern: in Fig. 30 finden sich 4 Zellreihen senkrecht gestellt; die kleinste ist *a*; nach dieser kommt *b*, dann die hintere punktirte, und endlich *c*, die zugleich übergreifend ist. Die Wände sind nach ihrem Auftreten mit Zahlen bezeichnet; die jüngste und dünnste ist 13. Das bei *Senecio* besprochene Alterniren der Wände und der in der Theilungsfolge herrschende Rhythmus zeigt sich hier sehr schön[1]).

Ferner gehörten hierher:

Ligularia macrophylla (5, 39). Der gezeichnete Pappus-Körper besteht aus zwei vorderen und zwei hinteren Zellreihen; die letzten sind fast gleich, von den vorderen ist die linke die stärkere und ihre obere Zelle hat fast den Anschein einer zweischneidigen Scheitelzelle; von den Wänden ist aber die Längswand *p*—*q* die dickste, *m* die nächst dünnere, dann *n* und *o* die dünnste. Ausserdem deutet die stärkere Einbuchtung bei *q* (so wie an der Spitze zwischen den beiden hinteren Zellreihen) darauf hin, dass die entsprechenden zwei Zellreihen längere Zeit selbstständig neben einander gestanden haben.

Taraxacum officinale (6, 31—35). In Fig. 33 ist eine ganze Gruppe von jungen Pappus-Körpern abgebildet, zum Theil in Frontansicht so, dass die hinterliegenden Zellreihen auch abgebildet sind (durch punktirte Linien), zum Theil im optischen Längsschnitt. In *a* laufen zwei Zellreihen neben einander zum Gipfel hinauf; in *b* liegen zwei Zellreihen in der Mitte mit kleineren zum Theil noch ungetheilten Zellen um sich; in *c* beobachtet man zwei kleine Zellreihen rechts hinter einander und zwei übergreifende links ebenso hinter einander; in *d* laufen zwei in der Mitte parallel zum Gipfel; ebenso in *e*, aber hier liegt in demselben Plane noch eine kleine seitlich; in *f* laufen zwei vordere und eine hintere Zellreihe gerade zum Gipfel; in *g* ist

---

1) Es sei ein für alle Mal bemerkt, dass die Zellen nicht mit allen ihren Wänden stereometrisch gezeichnet werden können, ohne dass viel Raum für die Figuren gefordert werden müsste; hoffentlich werden die gezeichneten Linien aber hinreichen, um das Verhältniss klar zu machen.

ein Pappus-Körper in Entstehung begriffen durch gleichzeitige Erhebung wenigstens dreier Zellen; in *h* liegen in der Mitte eine ungetheilte kleinere und eine etwas übergreifende quergetheilte Zelle; *i* und *m* verhalten sich wie *a* und *e*; *k* hat eine vordere Zellreihe und zwei hintere, die oben in einer Pseudo-Scheitelzelle enden; welche Reihe die übergreifende ist, lässt sich jetzt schwerlich abmachen; *l* ist fast wie *b*; im Ganzen sind hier 5 Zellen gehoben worden; *n* besteht in dem sichtbaren Theile aus drei fast gleich starken Zellreihen; *o* aus zwei; diese und noch einige andere Pappus-Körper dieses zufällig ergriffenen Präparates werden zeigen, wie sie angelegt werden und durch Quertheilungen in die Höhe wachsen und welche Bilder überhaupt ein Theil des Kelches mit seinem jungen Pappus bei dieser Art bieten kann. Längstheilungen finden auch früher oder später Statt (vergl. *d* und Fig. 34, die einen Querschnitt durch ein altes Pappus-Haar darstellt; *x* und *y* sind doch keine Längstheilungen).

Auch *Crepis virens* gehört in diese Abtheilung; eine grössere Zahl von Zellen scheint von Anfang an in Arbeit gesetzt zu werden, indem Querschnitte nahe am Grunde sehr jugendlicher Pappus-Körper schon eine Zahl von 3—7 Zellen zeigte, ohne dass innere Zellen ausgebildet waren. Täuschende Pseudo-Scheitelzellen fand ich oft.

Allen diesen Pappus-Körpern ist es gemeinsam, dass sie haardünn, schneeweiss sind, und dass die subepidermalen Zellen gar nicht oder doch sehr wenig bei derer Bildung in Arbeit versetzt werden; sie sind fast reine Epidermis-Bildungen, durch Erhebung und Quertheilung einer Anzahl Epidermis-Zellen entwickelt, und innere Zellen finden sich nur sparsam vor. Dadurch treten sie auch in schroffen Gegensatz zu dem durch Theilungen des subepidermalen Gewebes gebildeten mehr oder weniger mächtigen Kelchwulst (**6**, 19—21; **5**, 8, 9).

Uebergangsformen von diesen haarförmigen Pappus-Körpern zu starken emergenzartigen finden sich in grosser Zahl vor. Eine eigenthümliche findet sich bei *Sonchus*, indem diese Gattung zwei Formen von Pappus hat: haardünne Körper in grosser Anzahl an der Peripherie des Wulstes und dickere als Emergenzen entwickelte in einem inneren Wirtel: **6**, 4—6.

Die Entstehung und Ausbildung der haarförmigen lernt man aus: Fig. 10, wo die Zellen *m* und *n* den Grund zu einem Pappus-Körper legen; der ältere ist aus drei senkrechten Reihen gebildet, von denen die zwei gleich stark sind; Fig. 12: der jüngere Pappus-Körper besteht im optischen Längsschnitte aus einer inneren (nach dem Centrum der Blüthe zu stehenden) ungetheilten und äusseren quergetheilten Zelle (die hieraus hervorgehende Zellreihe scheint übergreifend zu werden) diesem Stadium entspricht 15 a; der ältere besteht aus zwei gleich starken Zellreihen; Fig. 13: zwei Zellreihen mit je zwei Zellen bilden den Pappus-Körper; Fig. 11: die äussere Zellreihe übergreifend; Fig. 14: die innere die übergreifende. Diesen Längsbildern entspricht das Scheitelbild mit den Querschnitten Fig. 8; an der Spitze besteht der Pappus-Körper aus zwei Zellreihen durch die Wand *m* getrennt; dann drängt die Zellreihe *p* sich ein; nach ihr kommt die Reihe *q* zum Vorschein, erst eng (an der Spitze) bald weiter, so dass das Haar am Grunde aus 4 Zellreihen besteht. Vergl. auch die Querschnitte Fig. 6.

Die Entstehung der dickeren inneren Pappus-Körper sieht man aus Fig. 9 und 15, die radiale Längsschnitte darstellen, und 16 und 17, welche tangentiale Längsschnitte sind. In Fig. 9 sieht man nur eine innere Längsreihe (an dieser Einstellung), in den andern zwei, die in 16 gleich stark parallel laufend sind, in 15 und 17 ungleich sind, indem die eine über die andere hingreift. Diese inneren Zellen stammen aus dem subepidermalen Gewebe und sind, wie sich aus den Bildern ableiten lässt, aus der Quertheilung etwa 2—4 collateraler Zellen hervorgegangen; dieses wird durch Querschnitte nahe am Grunde (Fig. 6) bestätigt. Die Epidermis-Kappe, welche am Grunde des Pappus-Körpers also 2—4 Zellreihen umschliesst, führt nun aber bald an ihrer Spitze ähnliche Theilungs-Processe aus, wie in den haarförmigen im vorigen besprochenen Pappus-Körpern: der Pappus-Körper wird ein emergenzartiger, der an der Spitze ein Haar trägt. Dieses terminale Haar, aus wenigen Epidermis-Zellen entstanden, ist wie die vorigen gebaut: die Oberflächenbilder und optischen Durchschnitte zeigen in Fig. 17 drei gleich starke, in Fig. 15 drei ungleich starke Zellreihen; die Zelle *p* greift über *q* hin.

Die Pappus-Körper sind nicht nur in der Anlage verschieden, sondern auch im späteren Bau; die stärkeren laufen, wie gewöhnlich die Pappus-Borsten, an der Spitze in zahlreiche spitze Zahnbildungen aus

(etwa wie Rauters Bild 8, Taf. IV in seiner Arbeit: »Zur Entwickelungsgeschichte einiger Trichom-Gebilde«); die dünnen bestehen an der Spitze immer aus nur zwei Zellreihen: sieht man das Haar von der flachen Seite, so bietet es das Aussehen von Fig. 18a: die Zellen laufen am oberen Ende in stumpfe rückwärts gebogene Haken aus, und die Scheidewände sind porös; von der Kante gesehen (18b) zeigt sich, dass die Seitenwände mit starken dünnhäutigeren Ausbuchtungen versehen sind. Diese dünnen Haare haben in ihrem unteren Theile hakenförmige oft unregelmässige Ausbuchtungen von den oberen und unteren Enden der Zellen (18c).

Durch diesen dimorphen Pappus (der merkwürdiger Weise unbekannt zu sein scheint) ist *Sonchus* also eine vermittelnde Form zwischen den nur mit haarförmigen und den mit stärkeren Pappus-Körpern versehenen Gattungen: Als eine andere Art von Uebergangsformen sind zu nennen solche, wie *Cineraria* (5, 37, 38) und *Gnaphalium* (8, 30) wo innere Zellen, aus dem subepidermalen Gewebe stammend, bald fehlen, bald vorhanden sind. Innere Zellen kommen wohl auch bei anderen der vorher genannten Gattungen vor, scheinen mir aber bei diesen häufiger zu sein. Aus 5, 37 sieht man, dass die subepidermalen Zellen ihre Arbeit ein wenig nach den Epidermis-Zellen anfangen. Der Pappus-Körper besteht schliesslich fast nur aus Zellen, die von der Epidermis abstammen, und zeigt daher auch nicht an Querschnitten innere Zellen (38); erst am Grunde können solche zum Vorschein kommen; an der Spitze, *a*, ist keine Scheitelzelle.

Es finden sich nun die allmäligsten Uebergänge von solchem Pappus zu der Entwickelungsform, in welcher die Epidermis-Zellen erst in Arbeit durch tangentiale und andere Theilungen treten, wenn die subepidermalen Zellen schon einen grossen Körper aufgebauet haben, oder zu einem Pappus-Körper, an dem sie sich nie anders als durch radiale Wände theilen. Das folgende wird hiervon Beispiele geben.

Antennaria dioica (Taf. 8). In Fig. 1 ist noch keine Spur von Kelch; in Fig. 2 und 3 hat seine Bildung angefangen. Der Kelch wird ein scharf abgesetzter ringförmiger Wulst, wie in Fig. 5, dessen Epidermis-Zellen in geraden Reihen mit denen des Ovarium liegen (Fig. 14); wenn die Pappus-Körper an dem Rand des Wulstes ent-

stehen, lassen diese Zellreihen sich gewöhnlich auch sehr leicht über die Pappus-Körper hin verfolgen, wie in 8a. Die Zellen *n* und *q* gehören einer Reihe, *m* und *p* einer anderen, *o* einer dritten, die sich alle weit hinab verfolgen lassen; daraus geht hervor, dass eine Entstehung des Körpers durch die Thätigkeit Einer in der Epidermis liegenden Initial-Zelle ausgeschlossen ist. Derselbe Pappus-Körper ist in optischem Längsbilde in Fig. 8b abgebildet: es zeigt sich, dass er seine Entstehung sowohl einer Theilung von wenigen subepidermalen Zellen als einer Streckung von etwa 6—8 Epidermis-Zellen verdankt. Es ist der Grund zu einer Zahl (5—8) von aus der Epidermis abstammenden äusseren und zu wenigen inneren von dem subepidermalen Gewebe herrührenden Zellreihen gelegt worden. Da wir sowohl an radialen als tangentialen Längsschnitten gewöhnlich nur eine innere Zellreihe finden, darf also nur eine solche als Regel angenommen werden: vergl. Fig. 8b und 7b; 9 und 13. Die aus der Epidermis abstammenden Zellreihen verhalten sich wie bei den vorigen Arten: mit senkrechtem Verlauf ohne oder fast ohne usurpirendes Uebergreifen, z. B. Fig. 11, der aus wenigstens 6 äusseren Zellreihen besteht (nach ihrer Höhe *a*—*f* bezeichnet) und einer inneren: *m*; oder mit in verschiedenem Grade übergreifenden Zellreihen z. B. Fig. 10a, wo vier äussere Zellreihen entwickelt sind und die höchste *d* übergreifend ist (die Wände nach ihrer Folge nummerirt), Fig. 10b mit drei äusseren, von denen die zwei vorderen scheinbar mit einer gemeinsamen Zelle endigen; Fig. 12 mit 4 sehr verschieden entwickelten Zellreihen (a—d), von denen c über d stark hingreift, während b dieselbe Höhe erreicht wie c; die Buchstaben *m*, *n*, *o*, *p* bezeichnen verschiedene Wände; Fig. 13, wo A die vordere Frontansicht darstellt, B den optischen Längsschnitt, durch welchen die innere Zellreihe zum Vorschein kommt, und C die hintere durch tiefste Einstellung erhaltene Ansicht. Von den fünf Zellreihen ist besonders *e* übergreifend über *d*.

Diese selbstständig auftretenden Zellreihen finden sich mit Deutlichkeit selbst in älteren Pappus-Körpern, wo die Zellen schon stark papillenförmig hervortreten und dadurch dem Körper (der männlichen Blüthe) ein keulenförmiges Aussehen geben. Bei einer Pappus-Länge von $^1/_2$ Mm. hört, wie es scheint, die Zellbildung im oberen Theile des Körpers auf, und es tritt eine Schwellung der Zellen ein, besonders derjenigen, die in zwei lateralen Reihen liegen.

Bei anderen Gattungen ist die Zahl der inneren Zellreihen grösser. Dies ist der Fall bei dem schon besprochenen *Sonchus* (6, 6, 15—17); ferner bei *Hieracium Pilosella* und *umbellatum*, wo gewöhnlich 2—4 und vielleicht noch mehr innere Reihen angelegt werden, während ein Querschnitt am Grunde eines fast fertig gebildeten Pappus-Körpers eine Anzahl von etwa 6—16 von der Epidermis umschlossenen Zellen zeigt, die durch intercalare Längstheilungen aus jenen ersten hervorgegangen sind; sie erhalten stark verdickte Wände, zeigen aber keine Spuren von Gefässbündeln; die zuletzt gebildeten Pappus-Körper bleiben sehr klein und haben keine inneren Zellen. Ferner bei *Erigeron*, *Aster* u. a.

Die starken emergenzartigen Pappus-Körper.

Noch stärkeren Antheil an der Pappus-Bildung nimmt das subepidermale Gewebe und noch geringeren durch anders als radiale Zelltheilungen die Epidermis, oder: die Pappus-Körper werden in höherem Grade rein emergenzartig, und die Epidermis-Ausbildungen treten noch mehr zurück bei Gattungen wie *Cirsium*, *Scorzonera*, *Carduus*, *Lappa* u. s. w.

Betrachten wir zuerst *Cirsium arvense* (Taf. I.), weil diese Art Ausgangspunkt für S. Lunds Untersuchungen gewesen ist. An radialen Längsschnitten durch ganz junge Pappus-Körper (Fig. 9, 12—15, 17) findet man gewöhnlich 1—2, an tangentialen etwa 2—4 (Fig. 10, 11) innere Zellreihen, die im Verhältniss zu dem tragenden Organ ungefähr senkrecht verlaufen, und, wie die Zeichnungen zeigen, bald mehr parallel und mit gleicher Stärke, bald ungleich stark und mit Pseudo-Scheitelzellen versehen sind. Diese Zellreihen, die also in einer Zahl von gewöhnlich 3—6 vorhanden sind, stammen von einer entsprechenden Anzahl horizontal getheilter subepidermaler Zellen ab. Die Differenzen, die von Anfang vorhanden sind, werden bei weiterer Entwickelung grösser, ganz wie bei den im Vorigen betrachteten aus der Epidermis abstammenden Zellreihen: einzelne Zellreihen werden den anderen bevorzugt, erreichen eine grössere Höhe und greifen mehr oder weniger über sie hin: Fig. 16, 17; es können dann auf radialen Längsschnitten Pseudo-Scheitelzellen zum Vorschein kommen. Im obersten Theile des Pappus-Körpers findet man oft nur 1 Zellreihe, im Querschnitt nur Eine innere Zelle; durch successiv niedrigere Einstellungen treten dann nach und nach andere hinzu, nicht so, dass die

trennende Scheidewand plötzlich mitten in der vorhandenen erscheint, sondern gewöhnlich so, dass sie erst an der Peripherie ganz undeutlich hervortaucht und durch allmälig tiefere Einstellung immer weiter nach der Mitte hin rückt; dieses stimmt völlig mit der obigen Theorie: wir haben nicht Eine Scheitelzelle oder eine durch Theilung einer solchen entstandene obere Zellreihe, deren Zellen sich intercalär senkrecht theilen und so die übrigen Reihen hervorbringen, (dies kommt in den älteren Pappus-Körpern vor: 2, 3), sondern selbstständige collaterale Zellreihen. Vergl. hierzu Fig. 19: fünf Einstellungen vom Scheitel fast bis zum Grunde des Pappus-Körpers (die Buchstaben bezeichnen verschiedene Zellreihen); Fig. 20: fünf ähnliche Einstellungen an einem anderen Pappus-Körper, sammt Fig. 21 und 22. Die Epidermis besteht aus einer Anzahl Zellreihen, die schnell weiter nach unten vermehrt werden; sie gipfeln in einer Anzahl Zellen, von denen bisweilen eine in der Mitte liegt (19a, 20a), während anderswo die Scheidewände die Mitte einnehmen (21 und 22); eine ächte Scheitelzelle fand ich nie, ja selbst eine Initial-Zelle dürfte nicht existiren, wenn damit eine scheitelständige Zelle gemeint ist, die im Wachsthume den anderen vorausgeht. An dem Pappus-Körper bildet sich übrigens recht bald aus der Epidermis ein Terminal-Haar (16, 17, 18); dieses bietet dieselben Verhältnisse wie die oben besprochenen; in Fig. 18 war die Wand *s* offenbar die jüngste und dünnste (was die Figur nicht gut darstellt)[1].

---

1) Ueber die Entwickelung des Pappus-Körpers bei *Cirsium arvense* theilt Sams. Lund folgende völlig abweichende Geschichte mit (Essai sur l'unité, p. 132): Bei der Bildung des Pappus-Körpers nimmt sowohl Dermatogen als Periblem Theil. »Combien y a-t-il de cellules du périblème qui participent à la formation de l'aigrette naissante? Une seule. Mais cette cellule se poussant en dehors, les cellules du périblème le plus immédiatement environnantes sont en outre mises en mouvement, et même se divisent.« Dieses ist aber nur »un enflement local de la zone vitale inférieure« und diese Zelltheilungen haben keine Bedeutung für den Aufbau des Pappus-Körpers. »Les rapports de croissance de la cellule initiale sont très simples; les voici: cette cellule, par une paroi à peu près horizontale, se divise en deux, une supérieure et une inférieure. La première atteint rapidement la grandeur normale, se divise de nouveau par une paroi à peu près horizontale, etc. Il se forme ainsi, par l'action de la cellule initiale, un rang perpendiculaire de cellules.« In dieser Zellreihe finden nun intercalare Theilungen auf eine so schöne regelmässige Weise statt, dass es wirklich Schade ist, dass die Natur die Regelmässigkeit nicht erfunden haben soll (vergl. seine Fig. 1—9, und Text pg. 124—26). Ferner: »l'épiderme de

Cirsium palustre stimmt völlig mit *Cirsium arvense*; doch habe ich einen Fall abgebildet, der mit der Lund'schen Entwickelungs-Geschichte übereinzustimmen scheint; 2, 15, wo man in *a* den Scheitel, in *b*—*e* successive Einstellungen eines Pappus-Körpers hat; am Scheitel findet sich eine mittlere Zelle, Lunds »pyramidale viereckige» Scheitelzelle, von 4 Zellen umgeben, die also von ihr abstammen sollen; den näheren Zelltheilungs-Modus auszufinden, muss ich aber Lund überlassen. Die Zellreihe *m* theilt sich weiter unten; neben ihr tauchen die Zellreihen *n* und *q* hervor; die Epidermis-Zellreihen werden vermehrt. — Dieser Fall ist aber nur einer von vielen: andere Pappus-Körper zeigen ganz andere Bilder.

Cirsium lanceolatum. Eine Menge in Bezug auf ihre erste Entwickelung untersuchten Pappus-Körper stimmten völlig mit *Cirsium*

---

l'aigrette se développe aussi par une seule cellule terminale. Celle-ci a la forme d'une pyramide quadrangulaire assez régulière (eine abgestumpfte)[1]) (vergl. Fig. 19—22)...; sie theilt sich regelmässig, »et par suite de la forme et de la manière de croître de la cellule apicale, les cellules épidermiques du jeune rayon d'aigrette, lequel se développe par croissance apicale, sont, immédiatement au dessous de son sommet, disposées assez régulièrement vers quatre côtés.« Dies Citat wird hinreichen, zu zeigen, dass, wenn diese Entwickelungsgeschichte in der That mit der Natur übereingestimmt hat, das Jahr 1871, in welchem Lund wohl seine Compositen-Studien trieb, ein für diese Familie ganz exceptionelles gewesen sein mag, voll Arbeits-Störungen, vielleicht in Correlation mit den Störungen auf socialem Gebiete. Zu bemerken ist nur, dass Lund dieselben Entwickelungs-Geschichten bei allen anderen Gattungen wieder findet, und mit dem Gepräge der grössten Zuverlässigkeit und der sorgfältigsten und schärfsten Forschung publicirt: »Dans la première partie du présent mémoire, j'ai donné un exposé minutieux (aber dennoch nicht richtigen) de la structure anatomique et du développement de l'aigrette du *Cirsium arvense*. . . . . La structure anatomique des diverses formes d'aigrette capillaires est, en tout, si simple que même là où l'on ne connaît que la structure anatomique, le développement sera pourtant évident, si l'on connaît d'abord à fond çelui de l'aigrette du *Cirsium arvense*.« (Essai sur l'unité, p. 160) . . . . »J'essaierai maintenant de faire voir que la conclusion de Mr. Warming est entièrement inexacte« . . . er (Lund) hat seine Resultate erhalten« en comparant entre elles un grand nombre de plantes differentes« etc. etc.

1) Wie ist eine regelmässig 4-seitige pyramidale Scheitelzelle möglich? Durch die erste Theilung ist sie keine Pyramide mehr. Verf. erwähnt dennoch solche Scheitelzellen; vergl. S. 184: Cellule apicale du 4. degré.

arvense überein; dasselbe gilt für *Carduus crispus*, *Lappa tomentosa* u. a., *Centaurea Cyanus* und *C. Scabiosa*. Von *Lappa* sind einige Entwickelungs-Stadien auf Taf. 4 abgebildet. Fig. 12 und 13 zeigen radiale, Fig. 14—15 tangentiale Längsschnitte durch eben entstehende Pappus-Körper; es geht aus ihnen hervor, dass eine subepidermale Gruppe von circa 4 Zellen in Arbeit versetzt wird; vom ersten Anfange an giebt es Ungleichheiten zwischen diesen Zellen. Fig. 15—20 zeigen radiale und tangentiale Längsschnitte durch ältere Pappus-Körper: jene Zellen haben senkrechte Zellreihen erzeugt, die bald parallel verlaufen: 15, 17, 20, bald übergreifend sind: 19, 20 und besonders: 16 und 18 (in dieser ist die rechte Zellreihe offenbar die übergreifende, in Fig. 16 lässt es sich jetzt nicht entscheiden, welche Reihe die dominirende ist). Die Scheitelbilder (Fig. 26—28) stimmen mit denen der vorigen; eine scheitelständige Zelle findet sich bisweilen, eine Scheitelzelle aber nicht, wenigstens vermag ich nicht den Beweis zu führen, dass sie eine solche ist. Querschnitte bestätigen die durch Längsschnitte erhaltenen Resultate (28, 29); die wenigen inneren Zellreihen werden durch senkrechte Theilungen vermehrt (29).

Die *Centaurea*-Arten haben, wie bekannt, oft zwei Pappus-Formen: äussere borstenähnliche und einen inneren Wirtel von schuppenförmigen, gelappten. Jene entwickeln sich in ihrer ersten Zeit wie die von *Cirsium* u. a. m.; bei der Entstehung von diesen wird sogleich eine grössere Anzahl subepidermaler Zellen in Arbeit versetzt; an den tangentialen Längsschnitten etwa 5—7, an den radialen 2—3, also im Ganzen circa 10—20 und mehr. Die dadurch entstehenden Zellen sind nicht immer regelmässig in Längsreihen geordnet.

Zu den mächtigsten Pappus-Borsten gehören die von *Tragopogon*. Die zuerst gebildeten fünf weichen im Bau etwas von den später entstehenden ab (3, 5—14, 22, 23). Den Bau und die Entwickelung des Kelchs sieht man aus Fig. 5, 6; in Fig. 9 fängt die Bildung eines der fünf grossen Pappus-Körper an; in Fig. 7 ist der Kelch mit einem älteren Pappus-Körper radial senkrecht durchschnitten: zwei Zellreihen laufen mit fast gleicher Mächtigkeit zur Spitze; Fig. 8 ist ein ähnlicher Schnitt: 4 Zellreihen treten in dem Pappus-Körper ein, die eine stärkere sich oben spaltend; in Fig. 11 ist ein anderer radialer Längsschnitt: das innere Gewebe ist weniger regelmässig. — Vergleicht man hiermit tangentiale Längsschnitte (z. B. Fig. 10), so findet man denselben

Bau: eine nur grössere Anzahl von Zellreihen tritt in den Pappus-Körper ein, von dem subepidermalen Gewebe ihren Ursprung nehmend; dieselben Gleichheiten oder Ungleichheiten in Stärke und Verlauf, die oft oben besprochen wurden, kommen auch hier zwischen den Zellreihen vor. Aus den verschiedenen Längsschnitten geht hervor, dass eine Zahl von etwa 8—12 subepidermalen Zellen in Theilung versetzt wird und die Epidermis in die Höhe treibt. Die Zellreihen lassen sich oft sehr schön hoch in den Pappus-Körper hinauf verfolgen, hören aber doch in verschiedener Höhe auf, und nur wenige bevorzugte reichen zum Gipfel; oft treten aber auch Unregelmässigkeiten ein. An radialen Längsschnitten erhält man durch Wechsel der Einstellungen gewöhnlich verschiedene Bilder: in dem einen Plane sind die Reihen regelmässig und parallel, in dem anderen kommt starkes Uebergreifen vor, in einem dritten lässt sich vielleicht fast keine regelmässige Ordnung nachweisen. Wie im Inneren ist auch in der Epidermis von Scheitelzellen keine Rede; ein eben sich erhebender Pappus-Körper ist in Fig. 14, von oben betrachtet, abgebildet; eine Anzahl Epidermis-Zellen wird in die Höhe getrieben und es scheint ganz zufällig zu sein, ob eine Zelle oder eine Zellwand gerade in die Mitte des Scheitels zu liegen kommt, jedenfalls erhält man die verschiedensten Bilder selbst bei den allerjüngsten Pappus-Körpern. Die Spitze eines älteren ist in Fig. 13 abgebildet. Die später im Inneren auftretenten intercalaren Theilungen lassen sich bisweilen sehr schön aus der Dicke der Zellwände und durch Einstellungen in verschiedener Höhe erkennen, z. B. Fig. 12. — Ein terminales aber schwach entwickeltes Haar entsteht aus der Epidermis an der Spitze des Pappus-Körpers.

Die nach diesen fünf ersten gebildeten Pappus-Körper sind oft von Anfang an breiter und relativ kürzer (3, 22); die gebildeten Zellreihen verhalten sich sonst wie bei jenen. An diesen späteren Pappus-Körpern werden Lateral-Haare von der Spitze bis zum Grunde angelegt (specielleres hierüber unten); an den fünf primären bleibt die Spitze dagegen nackt, nur die gewöhnlichen durch Auslaufen der Zellen entstandenen Zahnbildungen kommen vor (3, 23, auch 17); auch Spaltöffnungen (23) entwickeln sich hier in absteigender Folge, und scheinen sich aus einem oberen Zellenabschnitt zu bilden. Auf den behaarten Theilen aller Pappus-Körper fehlen sie oder sind nur ganz vereinzelt vorhanden.

Auch die Pappus-Körper von *Scorzonera* sind emergenzartig, denen von *Tragopogon* gleich. Ausser den schon erwähnten habe ich noch die erste Entwickelung einer Anzahl anderer Pappus-Körper mehr oder weniger vollständig untersucht, die alle zu den emergenzartigen gehören und eine mehr oder minder kräftige Entwickelung haben.

Hierher gehören: *Picris laciniata*, deren Pappus-Körper Spiral-Gefässe führen; *Volutarella muricata; Tussilago Farfara*, bei welcher der Pappus der männlichen Blüthen merkwürdiger Weise kräftiger angelegt wird als in der weiblichen; *Helenium tenuifolium; Helminthia echioides; Sogalgina trilobata; Leontodon*, wo auch Spiralgefässe angelegt werden (jedenfalls geht ein Zellenstrang in die stärkeren Pappus-Körper hinein, dessen Zellen mit Verdickungsschichten, denen eines Gefässes überaus ähnlich, versehen sind) (vergl. auch **9**, 17); *Catananche coerulea*, deren Pappus wie sehr kräftige Emergenzen sind; *Hypochæris radicata, Solidago virga aurea;* endlich müssen auch die kräftigen Pappus-Körper von *Bidens* und *Dahlia* genannt werden, doch habe ich die Entwickelung bei ihnen nicht genauer untersucht, so viel nur gesehen, dass sie unregelmässiger ist, als bei den weniger kräftigen. — Sonst habe ich bei keiner wesentlich von den oben besprochenen Gattungen abweichende Verhältnisse beobachtet.

Ueber die weitere Ausbildung der Pappus-Körper durch intercalares Wachsthum habe ich hier nur anzuführen, dass ein schwaches Gefässbündel, wie Lund zuerst richtig angegeben hat, bei einigen ausgebildet wird; das Zelltheilungs-Schema, durch welches dieses nach seinen sehr bestimmten und detaillirten Angaben stattfindet, ist aber völlig aus der Luft gegriffen, wie aus einer Vergleichung meiner obenstehenden Beobachtungen mit seinen hervorgehen wird. Dass eine höhere, normale Ausbildung mit Gefässen vorkommen kann, hat man bisher nicht beobachtet; ausser den erwähnten Gattungen *Picris* und *Leontodon* können noch *Palafoxia* (**8**, 24), *Galinsoga* (**2**, 24), *Zinnia* (die starken Borsten **2**, 35) und *Hyoseris scabra* DC. angeführt werden. Eichler hat bei *Gaillardia rustica* »grüne Commissural-Streifen« und Spaltöffnungen an dem reifen Pappus gefunden (Diagr. S. 288). Es kann gar nicht wundern, wenn man ein Mal eine Composite mit breiten grünen genervten Pappus-Körpern findet.

Kronartiger Pappus. Bei vielen Compositen-Gattungen bildet sich ein Pappus als selbstständiger borsten- oder haarähnlicher Körper nicht aus, sondern der Kelchwulst wächst in einen dünnen gewöhnlich unregelmässig gezähnten und getheilten kronartigen Saum aus. Der Bau von diesem wird jetzt zu betrachten sein, nachdem wir erst einige Formen untersucht haben, die gewissermassen als Uebergangsformen zwischen dem zusammenhängenden Saum und dem aus völlig freien Haaren etc. bestehenden Pappus betrachtet werden können, nämlich Gattungen mit schuppenförmigen Gebilden an dem Kelchwulste.

Schuppenförmige Pappus-Körper hat z. B. *Cichorium Endivia* u. a. Arten, obgleich Lund sagt, dass »l'aigrette membraneuse et laciniée« . . . »forme un anneau fermé« (vergl. **9**, 27—33). Wie bei *Antennaria* oder noch besser bei *Cineraria* werden fast gleichzeitig epidermale und subepidermale Zellen zur Bildung der Pappus-Körper in Arbeit versetzt, indem tangentiale oder mehr oder weniger unregelmässig schräg gestellte Theilungswände auftreten; aber es ist eine grössere Anzahl in tangentialer Richtung neben einander liegender Zellen, die activ wird. Zwischen den aus dem einen und den aus dem anderen Stratum herstammenden Zellen wird es bald schwierig oder unmöglich eine Scheide zu finden, das ganze Gewebe wird mehr oder minder unordentlich. Doch geht deutlich die Hauptmasse der Schüppchen aus der Epidermis hervor. An Querschnitten sieht man daher im oberen Theile nur zwei Zellschichten, weiter unten kommen die in der Mitte liegenden Zellen zum Vorschein (Fig. 32c und b, wo innere Zellen links zum Vorschein kommen). Nach Lund sollen ähnliche Körper durch eine »Wachsthumskante«, durch »cellules marginales« von bestimmter Form wachsen; die Natur ist nicht so glücklich, solche Entwickelungsart hier zu kennen, und in der Kante eines Schüppchens liegen die Zellen völlig ohne Ordnung: bald eine quer über die Kante, bald stossen Zellen in der Mitte von dieser zusammen, u. s. w.: **9**, 32a, 33a.

Ein anderes Beispiel schuppenförmiger Pappus-Körper bietet *Galinsoga* (**2**, 24—27). Sie werden durch Theilungen der subepidermalen Gewebe angelegt, und wachsen eine Weile allein durch solche; an tangentialen Längsschnitten findet man oft 6—7 nicht immer besonders regelmässige Reihen, an radialen nur 1—2 (Fig. 25, 27); später nehmen die randständigen Epidermis-Zellen lebhaften Theil: 26, 27.

Der schuppenförmigen Pappus-Körper bei *Centaurea*-Arten wurde oben Erwähnung gethan; sie sind emergenzartig in höherem Grade als die von *Cichorium*.

Andere emergenzartige finden sich bei *Tagetes (erecta* und *patula)*. Der Pappus besteht hier aus gewöhnlich 1, seltener 2 langen, lancetlich-linearen Borsten und einer 3—4 Mm. langen steifen weit, umfassenden Membran; diese ist am Rande unregelmässig lappig oder ist bisweilen tief in 2—3, vielleicht mehrere, Partieen unregelmässig getheilt (7, 15, 16*a* und *b*). In diesen verschiedenen Theilen laufen schwache aus Cambiform gebildete Gefässbündel aus (*v* Fig. 22, die Linien Fig. 16*a* und *b*), in den lancetlichen Borsten gewöhnlich 1—3, in dem membranartigen Theile eine unbestimmte Anzahl, die keineswegs genau einem der Lappen entspricht, oft sogar vor dem Zwischenraume zwischen zwei solchen liegt (vergl. 16*b*, die sehr genau gezeichnet ist)[1]). Die freien lancetlichen Borsten werden ganz wie die kräftigen Pappus-Körper bei *Cirsium* u. a. angelegt (vergl. Fig. 17, 18), und an einem tangentialen Längsschnitte sieht man 5—7 und wohl noch mehrere senkrechte, verschieden hohe Zellreihen in sie austreten. Macht man radiale Längsschnitte durch den membranartigen Pappus, so erhält man Bilder, als ob man eine kräftige Pappus-Borste durchschnitten hätte, mit parallelen oder übergreifenden Zellreihen, und wenn die Membran weit ausgebildet ist, läuft die Epidermis an der Spitze in einen zweischichtigen, den terminalen Haaren entsprechenden Saum aus (7, 23); im Grunde des ganzen Kelches sind die Zellen übrigens, wie die Figur zeigt, ungewöhnlich regelmässig geordnet. Dem Längsschnitte Fig. 23 entspricht der Querschnitt Fig. 22, der aus dem in 16, b abgebildeten Pappus-Stück genommen ist. Von einer aus regelmässigen, bestimmt geformten Randzellen gebildeten Wachsthumskante ist keine Rede. Die

---

1) Bei Lund heisst es (Essai sur l'unitè, pg. 166): »Une telle écaille ... se fend en haut d'une manière irregulière en un nombre variable de lobes. Chacun de ces lobes« . . . enthält »un faisceau vasculaire situé dans la ligne médiane du lobe, lequel se forme, comme d'ordinaire, de cellules de cambiforme à parois minces«. Im Grunde der Membran findet man bis zu einem Dutzend von Gefässbündeln, »dont chacun correspond à son lobe et s'y étend«. Man hat daher eigentlich ebenso viele Pappus-Borsten als Gefässbündel, nur sind sie in eine Membran verschmolzen, schliesst Verfasser aus seinen Beobachtungen, denen ich nicht beistimmen kann.

Oberhautzellen sind am Ovarium in Reihen der Längsrichtung des Organs gleichlaufend geordnet, und laufen von da über den Kelchsaum hinweg; aber die Zellen der beiden Seiten des Randes entsprechen doch nicht einander so völlig, wie sie thun müssten, wenn sie durch z. B. eine zweischneidige nach den beiden Seiten hin Segmente abgebende Randzelle entstanden wären; auch sieht man leicht, wenn man den Saum gerade von oben betrachtet, dass keine Regelmässigkeit in der Stellung der Zellen vorhanden ist (vergl. 7, 5 von *Tanacetum*).

Die borsten- und membranartigen Pappus-Theile von *Zinnia* haben einen ähnlichen Bau wie die von *Tagetes*.

Von denjenigen Gattungen, die einen rings herum zusammenhängenden Kelchsaum haben können, sind z. B. *Tanacetum* (7, 1), *Grangea* (7, 11), *Pyrethrum* (7, 12—14) zu nennen. Es ist bei diesen völlig unmöglich, den zuerst gebildeten Kelchwulst von dem später sich erhebenden Pappus-Saum zu trennen; sie gehen allmälig in einander über. Bei *Tanacetum* wird der Kelch zuletzt eine am Rande unregelmässig gezähnte Schüssel (7, 1, aus einer jungen Blüthe); die radialen Längsschnitte Fig. 2, 3, 4 zeigen denselben Entwickelungsgang wie in dem isolirten Pappus-Körper: eine oder mehrere Zellschichten, mit Uebergreifen, und am Rande selbst eine Dermatogen-Entwickelung mit völlig parallelen Zellschichten (Fig. 3) oder mit Uebergreifen der einen (Fig. 4); verschiedene Einstellungen bringen verschiedene Bilder und zeigen, dass die in tangentialer Richtung neben einander liegenden Theile der Membran von einander unabhängig sind. Der Rand, von oben betrachtet (Fig. 5), bietet ganz dasselbe Bild wie bei *Tagetes*, wie die Pappus-Schuppen von *Cichorium*, und die Pappus-Körper überhaupt, nämlich durchgehend Mangel an regelmässiger Ordnung; Fig. 6 und 7 zeigen Querschnitte durch den allein aus der Epidermis entstehenden und den weiter nach unten liegenden mit inneren Zellen versehenen Theil des Kelchs.

Die unregelmässige Zahnbildung am Rande wird bei *Grangea* noch weiter geführt: der Rand hebt sich in kurzen Haaren, die den haarförmigen Pappus-Körpern von *Senecio* u. a. gleich gebaut sind: sie sind aus selbstständigen collateralen Zellreihen gebildet (7, 11: eine Blüthe; 8 der Rand eines jüngeren Kelchs von aussen betrachtet, mit den Zellen der hinteren Zellschicht punktirt gezeichnet um zu zeigen, dass die Zellen der vorderen Schicht nicht denen des hinteren in ihrer

Lage entsprechen; Fig. 9: der Rand eines älteren Kelchs mit jungen Haarbildungen).

Wir haben hier eine Art Uebergangsform zu dem eine Menge Pappus-Haare tragenden Kelchwulste (des *Senecio-Taraxacum*-Typus), und andere lassen sich leicht auffinden. Auch lassen sich gewiss alle Mittelformen auffinden zwischen einem hohen nur gezähnten Kelchsaume und einem niedrigen Wulste, der viele Pappus-Emergenzen trägt. Zu solchen wird *Echidnacea purpurea* zu rechnen sein (7, 30, 31); doch kenne ich die Entwickelungsgeschichte nicht. Der Kelchsaum ist in kurze spitze Zähne unregelmässig getheilt. Querschnitte durch ihn zeigen unter der Epidermis ein mächtiges Parenchym, in welchem hier und da sclerenchymatische Zellen liegen (7, 32).

Flügelbildungen. Das marginale Wachsthum, das bei diesen Pappus-Säumen beobachtet wurde und seinen Ausdruck in den Epidermis-Auswüchsen fand, findet bisweilen auf ähnliche Weise local Statt bei den borstenähnlichen Pappus-Körpern; hierdurch entstehen hyaline Flügel an ihren Seiten, die aus 2 oder wohl auch nur 1 Zellschicht bestehen. Nach Lund, der diese Flügelbildungen bespricht, entstehen sie z. B. bei *Silybum* durch die regelmässige Arbeit einer Reihe von regelmässigen »cellules marginales« [1]).

Ich habe meinerseits diesen Randwuchs von *Silybum* nicht untersuchen können, vermag aber nicht einzusehen, wie diese ganze Entwickelungs-Darstellung richtig sein könnte. Dieses Randwachsthum

1) Es heisst z. B. bei *Silybum Marianum* (Essai sur l'unité, pg. 162): »Cette croissance latérale du dermatogène n'a pas lieu irrégulièrement et accidentellement, mais d'une manière tout à fait déterminée, que voici: . . . . la croissance latérale se fait par un seul rang de cellules initiales marginales (cellules marginales du dermatogène). Mais maintenant a lieu, chez le *Silybum*, la singularité que le dermatogène continue invariablement la croissance latérale, après que l'endophylle a mis fin à la sienne, c'est-à-dire qu'il se forme une aile telle que je l'ai précédemment décrite, en ce que tout simplement les parois inclinées alternativement à droite et à gauche, et qui sont nées dans la cellule initiale marginale, convergeront.« Verfasser meint hiermit, dass diese Reihe von Randzellen zweischneidig werden und sich durch alternirend geneigte Wände theilen; und diese Entwickelung hat er »observée avec la plus grande évidence.«

wird schwerlich von dem Marginal-Wachsthum von *Tanacetum* u. a. abweichen, und dort giebt es keine »Randzellen«. Was ich an anderen Pflanzen beobachtete (ohne dass ich die Sache sehr eingehend untersuchte), ist diesem Marginal-Wachsthume ebenfalls durchaus nicht günstig. Ein Paar Beispiele mögen gegeben werden.

Galinsoga (2, 24—27). In der entfalteten Blüthe besteht der Pappus aus mehreren Schüppchen; dass sie wie Emergenzen entstehen, wurde oben erwähnt. Der ganze Rand läuft zuletzt in einen hyalinen unregelmässig getheilten Epidermis-Saum aus (24). Die Theilungen der Epidermis-Zellen finden (Fig. 26) durch sowohl tangential als radial und schief gestellte Wände Statt, und auf einem Querschnitte erhält man Bilder wie 27: an jeder Seite läuft die Epidermis in eine oder zwei Zellschichten aus auf ganz dieselbe Weise wie in den Spitzen der Spreuborsten (z. B. 2, 21) oder den borstenförmigen Pappus-Körpern (z. B. 1, 16, 17; 8, 11—13 u. a.), oder am Rande des kronenartigen Pappus (wie 7, 2—4, 23).

In den blättchenartigen Pappus-Körpern (8, 24) von *Palafoxia* ist der flügelartige hyaline Rand in seinen äussersten Theilen aus einer Schicht von Zellen gebildet, deren Ordnungsweise man in 8, 26 sieht. Dieser Rand wird auf ganz dieselbe Weise durch Theilungen der randständigen Epidermis-Zellen gebildet (Fig. 25), und dasselbe beobachtet man bei *Helenium*, *Leontodon* u. a. *Gaillardia* hat einen aus einer Schicht gebildeten Flügelsaum, dessen Zellen denselben Bau haben wie die des dicken Mitteltheils; sie sind so stark verdickt, dass fast kein Lumen übrig bleibt. Auf ähnliche Weise verhalten sich die Pappus-Körper von *Catananche*, welche emergenzartig sind; ihre Entwickelung habe ich aber sonst nicht weiter verfolgt[1]).

1) Einen Ausgangspunkt zur Beurtheilung der Lund'schen Untersuchungen bieten seine Angaben über *Aster* und *Erigeron*. Es heisst (Essai sur l'unité, pg. 147): »Mais ce qui caractérise particulièrement l'aigrette de l'*Aster Tripolium*, c'est son aile singulière. Celle-ci ne se développe pas, comme chez le *Sonchus* et la plupart des Composées chez lesquelles cette formation se rencontre, par des parois obliques, mais par des parois disposées d'une manière regulière tangentiellement.« Und dasselbe hat bei *Erigeron acer* Statt. — Diese neue Flügelbildung mit tangentialen Theilungswänden (von welcher Figuren gegeben werden, Pappus-Querschnitte darstellend) wird ganz einfach durch die bei wohl fast allen Pappus-Körpern Statt habenden lateralen Zahnbildungen

Zuletzt noch einige Bemerkungen über das intercalare Wachsthum[1]). Längs- und Quertheilungen finden in grosser Menge Statt,

hervorgerufen. Man wird finden, dass die oberen Enden der äusseren Pappus-Zellen zahnförmig hervorspringen (7, 25, 27; 6, 28); macht man nun Querschnitte, etwa wo die punktirten Linien (7, 25 und 27) gezogen sind, durch die Pappus-Borste, so erhält man Bilder wie 7, 24 und 26 (welche den von Lund gegebenen entsprechen), wo die Wände *m* und *n* die Lund'schen Tangential-Wände sind, also die Scheidewände zwischen dem auslaufenden oberen Ende einer Zelle und dem unteren Ende einer nachfolgenden. Diese »Flügelbildung« findet man natürlich überall, wo die Zähne unter spitzerem Winkel vom Körper ausgehen, und das höher stehende Haar am Grunde keilförmig zugespitzt ist, z. B. auch bei *Taraxacum* (6, 34, die Wände *x*—*y*); wo die Zähne unter fast rechtem Winkel ausgehen, wird man sie schwieriger finden (z. B. bei *Lactuca*; 6, 28). Es wäre der Mühe gar nicht werth dieser Sache Erwähnung zu thun, wenn dadurch nicht zugleich ein gewisses Licht auf die von Lund angewendete Untersuchungsmethode geworfen würde, welche meinem Erachten nach der genügenden Zuverlässigkeit entbehrt. Bemerkenswerth ist es dabei zu lesen, wie derselbe Verfasser die Ruthe gegen andere Botaniker schwingt wie Rauter, Hanstein, Kraus (der so dreist gewesen ist ein völlig correctes Urtheil über seine Compositen-Arbeit in der Botan. Zeitung, 1873, S. 458 auszusprechen«: Es lohnt sich nicht aus der Masse von unrichtig Beobachtetem und verworren Zusammenconstruirtem vielleicht hie und da ein Paar richtige Thatsachen auszusuchen«) und mich, und was er über den Standpunkt der Anatomie heut' zu Tage spricht: »Die Situation innerhalb der Pflanzen-Anatomie ist in wenigen Worten diese: man arbeitet ohne Plan, ohne Zusammenhang, ohne Blick für das Wesentliche; es fehlt ein leitender Gedanke« u. s. w.« Wird man denn Lund wirklich für berechtigt halten, wenn er einen Fehler gefunden zu haben glaubt, ein Urtheil wie folgendes auszusprechen: »Trouvant donc de si essentielles erreurs dans l'exposition faite par Mr. Rauter du développement de ces trichomes semblables à du pappus chez l'*Hieracium*, je ne puis admettre comme valable l'exposition faite par le même auteur du développement des formes de trichomes analogues chez les genres *Correa*, *Ribes* etc.« (Essai sur l'unité, pg. 235).

1) Eine Frage, die leider noch nicht bearbeitet worden ist, und mit Rücksicht auf welche keine zuverlässige Beobachtung vorliegt, ist die: wie es der Mechanismus eingerichtet, durch welchen die der Samenverbreitung dienende Ausbreitung der Pappus-Körper stattfindet? Ich habe leider nicht Gelegenheit gehabt Untersuchungen hierüber anzustellen. Beiläufig sei auf die vorzügliche Abhandlung von Cassini: Observations sur les différents modes de la dissémination chez les Synanthérées, in Bulletin des sciences par la société philomatique de Paris, 1821, pg. 92, aufmerksam gemacht. Cassini scheint viel zu wenig in der Jetztzeit gekannt zu sein.

aber das schöne Wachsthums-Schema, das Lund gefunden hat, habe ich nicht entdecken können. — Als allgemeine Regel gilt, was bei Lund richtig ist: das Scheitelwachsthum hört zu einem gewissen Zeitpunkte auf, und alle Pappus-Körper wachsen von da ab vorzugsweise durch basales Intercalar-Wachsthum, was auch für die Kron- und Staubblätter, die Spreuborsten und viele andere Blätter und Emergenzen und Haare zu gelten scheint. — Es hat als unzweifelhaftes Kennzeichen, 1) dass die lateralen Haar- und Zahnbildungen in absteigender Ordnung entstehen, 2) dass die Zellen des Grundes von einem Zeitpunkte ab weit jünger als die anderen sind, indem sie dünnwandig sind, wenn die oberen schon festere Wände haben, protoplasmareich sind und durch Jod gelb gefärbt werden, wenn jene völlig protoplasmafrei sind, klein, während jene viele Mal grösser sind.

Ueber den intercalaren Wuchs der Kron- und Staubblätter vergl. Köhne. Die Spreuborsten haben, jedenfalls bisweilen, auch Basal-Wachsthum (vergl. oben).

Allgemeine Resultate.

Aus den im Vorhergehenden mitgetheilten und verschiedenen anderen Untersuchungen deducire ich folgende allgemeine Resultate:

1. Die haar-, borsten- oder schuppenförmigen Pappus-Körper sind bisweilen reine Epidermis-Bildungen, bisweilen emergenzartige, deren Epidermis doch gewöhnlich, früher oder später, terminale haarähnliche Körper (an den lineären Pappus-Körpern) oder randständige Flügelbildungen erzeugt. Der kragen- oder schüsselförmige Kelch ist ein ähnlicher nur membranartiger und ringförmiger Auswuchs des subepidermalen Gewebes mit früher oder später eintretender Epidermis-Flügelbildung.

2. Bei Anlegung irgend eines dem Kelchwulste oder einem Pappus-Körper terminal eingefügten Haares[1]) wird eine grössere oder kleinere Gruppe von Epidermis-Zellen in Arbeit versetzt; ebenso wird eine

1) Der Kürze wegen gebrauche ich bisweilen »Haar« im anatomischen Sinne.

Gruppe von subepidermalen Zellen stimulirt, Zellbildungen auszuführen, wenn ein emergenzartiger Körper angelegt wird. Gewöhnlich liegen mehrere Zellen in tangentialer Richtung neben einander, als in radialer. — In einigen Fällen (bei den dünnsten Pappus-Körpern) kommt es unzweifelhaft vor, dass nur eine Epidermis-Zelle emporgetrieben wird und, indem sie sich sogleich senkrecht theilt, den Grund zum Haare bildet; in anderen Fällen ist die Nachweisung dieses Verhältnisses schwieriger, und je grösser der Pappus-Körper von Anfang angelegt ist, desto mehr Zellen werden auch sogleich in Arbeit versetzt, und desto schwieriger wird es auch nachzuweisen, dass diese Zellen aus einer einzigen abstammen. Wo man aber, wie bei den grösseren Pappus-Körpern oft leicht ist, beobachten kann, dass die erhobenen Zellen verschiedenen der senkrechten Epidermis-Zellreihen gehören (vergl. 8, 8a), da lässt sich auch mit Sicherheit sagen, dass die für diese Zellen gemeinsame Mutterzelle einer fast adamitischen Vorzeit gehören muss. Dasselbe gilt für die in Arbeit versetzten Zellen der subepidermalen Gewebe. Es ist möglich, dass oft Eine Zelle den Anfang macht, aber andere umliegende gesellen sich ihr zu, wenigstens bei grösseren Gliedern.

3. In der ersten Zeit nach der Anlegung eines jungen Pappus-Körpers wächst derselbe fast ausschliesslich durch horizontale Zelltheilungen der in Arbeit versetzten Zellen und deren Abkömmlinge. Dadurch wird eine Anzahl von senkrechten Zellreihen gebildet, die entweder von der Epidermis abstammen oder von dem subepidermalen Gewebe, indem die Epidermis eine Zeit lang in die Höhe getrieben wird, und nur radiale Theilungen in ihr vorkommen, oder von sowohl der Epidermis als des subepidermalen Gewebes, die sich in sehr verschiedenem Grade an dem Aufbau des betreffenden Körpers betheiligen können. Die jungen Zellwände sind fast alle gleich dick, so dass die Entstehungsfolge sich nur in selteneren Fällen aus ihrer Dicke schliessen lässt; wenn man aber darauf Rücksicht nimmt, dass die Zellwände von zwei neben einander liegenden Reihen (in einem jungen Glied) gewöhnlich zum grössten Theile sehr schön mit einander alterniren (vergl. I, 16, 17 und 27 (die inneren Zellen); 4, 20; 6, 12, 15, 17 u. a.), und dass sich eine Spiral-Stellung der Wände, wenn man mehrere Zellreihen betrachtet, bisweilen auffinden lässt (z. B. links in 7 Fig. 30, wo die Wände nach ihrer Folge 1—13 bezeichnet sind und wo die 13. die dünnste ist, und

in 7, 10 rechts z. B. in 8, 10b u. a.), lässt sich hieraus, wenn es mit den übrigen beobachteten Thatsachen zusammengehalten wird, schliessen, dass das Wachsthum durch Theilung nur der obersten Zelle jeder Reihe stattfindet, noch nicht intercalar, und dass diese Theilung in den kollateralen Zellreihen in derselben Folge ausgeführt wird, in welcher sie von Anfang an in den grundlegenden Zellen eingeleitet wurde. Nun trifft es sich natürlich aber, dass die grundlegenden Zellen nicht nach einander in einer spiraligen Folge die Theilungen anfangen, sondern dass zwei oder mehrere gleich starke gleichzeitig anfangen, oder dass, wenn z. B. vier vorhanden sind, die gegenüberliegende nach der anfangenden, und nicht eine Nachbarzelle, fortsetzt — alsdann wird dieser Rythmus sich auch fernerhin noch eine Weile fortsetzen. Die Intervalle zwischen den Theilungen der verschiedenen Scheitelzellen bleiben also gewöhnlich dieselben; fängt die Zelle A an sich zu theilen, und folgt ihr die Zelle B nach einem Intervalle x, die Zelle C nach dem Intervalle y, und D nach dem Intervalle z; dann die obere Zelle der Reihe A nach dem Intervalle w, dann werden diese Intervalle auch ferner bewahrt werden. Sind die Intervalle x, y, z sehr klein, so werden die Wände fast wirtelig gestellt, und die Wirtel werden desto weiter von einander gerückt werden, je grösser der Intervall w ist; z. B. in 8, 10a, wo eine undeutliche linke Spiralfolge zu herrschen scheint. Es wird aber auch aus den angeführten Zeichnungen hervorgehen, dass kleine Unregelmässigkeiten der Intervalle vorkommen, und dass eine Zelle sich bisweilen früher theilt, als sie nach dem angefangenen Rythmus thun sollte; wenn man zwei neben einander liegende Zellreihen betrachtet, wird man die Alternation der Wände auch nicht so regelmässig finden, dass die Zellwände der einen Reihe immer in einer gewissen Höhe relativ zu den Zellen der anderen Reihe liegen, was wahrscheinlich auch von Inconstanz in den Theilungs-Intervallen herrührt.

4. Eine gemeinsame Scheitelzelle für das innere Gewebe kommt nicht vor, so wenig wie eine für die Epidermis oder die in der Epidermis entstehenden Neubildungen, d. h. eine Zelle, die sich vor den anderen respective des inneren Gewebes oder der der Epidermis gehörenden oder aus der Epidermis abstammenden, durch Form, Grösse oder Theilungsart auszeichnet, auf welche diese anderen als auf eine

gemeinsame, einen gesetzmässigen bestimmten Theilungs-Modus in ungleichwerthe Tochterzellen ausführende Mutterzelle zurückgeführt werden können. Dagegen kommen Pseudo-Scheitelzellen häufig vor sowohl in den allein aus der Epidermis abstammenden Pappus-Körpern und Theilen von solchen, als in dem Inneren der von einer Epidermis umschlossenen Pappus-Gebilde. Eine solche entsteht dadurch, dass die angelegten Zellreihen irgend eines Pappus-Körpers, unter denen vom ersten Anfang an immer Ungleichheiten in Grösse und Stärke vorkommen, unter dem ferneren Wachsthume noch mehr ungleich werden: einzelne (besonders peripherische) reichen nicht so hoch wie andere, und die obere Zelle irgend einer bevorzugten Zellreihe greift über eine oder auch mehrere Nachbarzellreihen hin, indem sie stärker wächst als die oberen, ihre Theilungsfähigkeit aufgebenden oder vermindernden Zellen in diesen. In den meisten Fällen ist es leicht, eine solche Pseudo-Scheitelzelle zu einer bestimmten Zellreihe als deren oberste zurückzuführen, in anderen Fällen gelingt es an den einzeln beobachteten Entwickelungs-Stadien nicht mit Sicherheit; dass aber auch solche über mehreren Zellreihen liegende und sie nach oben abschliessende, scheitelständige Zellen nicht ächte Scheitelzellen sind, dafür zeugt die Analogie mit den weit häufigeren Fällen, in welchen das Wachsthum mit selbstständigen Zellreihen konstatirt ist, und dass eine solche Lagerung der Zellen durch die allmäligsten Uebergangsformen mit derjenigen in Verbindung gebracht werden kann, wo zwei oder mehr Scheitelzellen von gleicher Stärke und Entwickelung neben einander liegen. Die Scheitelzelle der bevorzugten Reihe kann, indem sie ihre Theilung fortsetzt, eine die anderen überragende Reihe hervorbringen. Es kommt offenbar auch vor, dass sie sich vertical theilt, was wahrscheinlich identisch ist mit dem Aufhören ihrer Theilungen überhaupt. Das Wachsthum durch collaterale, selbstständige Zellreihen tritt nun desto deutlicher hervor, je dünner oder einfacher entwickelt der Pappus-Körper ist, also am schönsten bei den haarförmigen; je mächtiger die emergenzartigen sind, desto öfter wird man Unregelmässigkeiten in der Ordnung der Zellen finden, besonders durch intercalare Theilungen hervorgerufen.

5. Derselbe Wachsthums-Modus der bei lineären Pappus-Körpern (Borsten, haarförmigen) beobachtet wird, herrscht auch, nach allen

beobachteten Thatsachen zu schliessen, bei dem schuppenförmigen und membranartigen Pappus, nur werden grössere Gruppen von Zellen (Epidermis-Zellen, subepidermalen Zellen oder allen beiden) gleichzeitig in Arbeit versetzt. Es wird eine entsprechende Zahl von collateralen Zellreihen erzeugt, welche in verschiedener Höhe aufhören, auf ähnliche Weise wie bei jenen völlig parallel laufen oder übergreifend-ungleich sind; von einander unabhängige Zellreihen liegen in radialer sowie in weit grösserer Zahl in tangentialer Richtung neben einander; weder in dem aus den subepidermalen Zellen erzeugten inneren Gewebe, noch in der, bei den emergenzartigen Körpern, überdeckenden Epidermis, noch in den aus der Epidermis erzeugten gewöhnlich sehr hyalinen Rand-(Flügel-)Bildungen ist zu irgend einer Zeit eine das Wachsthum auf bestimmte Weise vermittelnde oder wenigstens im Wachsthum voranschreitende besondere Randzellenreihe zu bemerken. — In den schuppenförmigen, die eine Ausbreitung in tangentialer Richtung erhalten, sowie in den verschiedenen Flügelbildungen schuppenförmiger oder haarförmiger Körper, muss eine, dem fortschreitenden Wuchse entsprechende, häufige Radial-Theilung der Zellreihen (⊥-Theilung) stattfinden, die aber auch oft zu den Seitenwänden schief ist (vergl. 2, 25—26; 8, 25, 26; 9, 29—31).

6. Früher oder später hört das apicale Wachsthum der Zellreihen und also des ganzen Organs auf, und früher oder später, von dem Apical-Wachsthume sicher unabhängig, tritt Intercalar-Theilung in horizontaler (intercalarer Längswuchs) und in verticaler (intercalarer Dickenwuchs) Richtung auf. Besonders ergiebig ist das intercalare Längenwachsthum, das besonders lange am Grunde des Pappus-Körpers stattfindet; es entwickelt sich nachher der Pappus-Körper in basipetaler Richtung: die Streckung der Zellen und das Aufhören der Zellentheilungen, die Anlegung der lateralen (Zahn- und Haar-)Bildungen schreitet von der Spitze nach dem Grunde hin fort. — Durch die intercalaren Zelltheilungen wird das Innere oft in einen Fibrovasal-Strang und ein umgebendes Parenchym differenzirt; jener besteht gewöhnlich aus Cambiform, selten werden wirkliche Gefässe normal ausgebildet. In dem Parenchym der mächtigeren Pappus-Körper ist die ursprüngliche reihenweise Ordnung gewöhnlich durch die intercalaren Theilungen

undeutlich gemacht; besonders undeutlich wird sie in den schuppenförmigen, die sich lateral stark ausbreiten.

7. Die ganze Wachsthumsweise lässt sich als die durch collaterale selbstständige Zellen oder Zellreihen (aus einer oder auch mehreren Zellschichten stammend) mit oder ohne überlagernde Zellkappen stattfindende bezeichnen. Der haarförmige Pappus-Körper wächst allein durch collaterale Zellreihen; der emergenzartige Pappus-Körper wächst wie ein haarförmiger mit einer Epidermis überkleidet. Die schuppen- und membranartigen Körper oder Körpertheile, bei welchen der Vegetations-Punkt zu einer Vegetations-Linie wird, verhalten sich in allem Wesentlichen den linearen gleich. Je nach der Form des Körpers findet der Wuchs auf etwas verschiedene Weise Statt; im einen extremen Falle findet keine longitudinale Theilung der Zellen des Vegetations-Punktes Statt, das Organ wird konisch zugespitzt; im anderen häufige Längstheilung der voranschreitenden Zellen und dadurch Vermehrung der Zellreihen, das Organ wird flächenartig ausgebreitet.

Es entsteht natürlich die Frage, welche Verbreitung im Pflanzenreiche diese Wachsthumsweise hat. Nur wenige sind noch die Untersuchungen, die über das Wachsthum der Phanerogamen mit solcher Genauigkeit angestellt sind, dass sie sich als Grundlage für die Beantwortung der Frage verwenden lassen. Indessen glaube ich, dass ich mich nicht irre, wenn ich die Vermuthung auszusprechen wage: es wird sich zeigen, dass alle Glieder der Mono- und Dikotylen als Regel nach demselben Modus wachsen. Ueberall bei solchen, wo ich selbst Glieder in ihrer Entstehung untersuchte, habe ich Bilder erhalten, die denen des Compositen-Pappus völlig entsprachen; nirgends fand ich kryptogamische Scheitelzellen und gewöhnlich nicht ein Mal Initial-Zellen, die constant in der Axe am Scheitel der Glieder oder ihrer verschiedenen Meristem-Schichten lagen und als eine Art Scheitelzelle für sie oder für ihre speciellen Schichten betrachtet werden könnten.

Was die Trichome oder Metablasteme (Celakovsky) betrifft, finden wir viele mit meinen übereinstimmende Bilder und Beobachtungen bei den früheren Beobachtern. Die Figuren und entwickelungs-

geschichtlichen Angaben bei Rauter[1]) über die Metablasteme von *Rosa*, *Ribes*, *Hieracium*, *Azalea* u. a. lassen sich recht wohl in Uebereinstimmung mit der supponirten Grundregel bringen; ebenso bei Delbrouck[2]), dessen Angaben nicht so eingehend sind, wie die von Rauter, die Metablasteme von *Papaver*, *Rubus*, *Solanum* u. s. w.; ferner seien genannt die Untersuchungen von Uhlworm[3]), meine eigenen[4]): die Barthaare bei *Menyanthes*, die Blatt-Drüsenhaare von *Drosera*, die Haken des *Agrimonia*-Kelchs stimmen völlig mit dem Pappus, und auch für solche robuste Organe wie die Stacheln von *Datura* lässt sich annehmen, dass sie unter dieselbe Betrachtung eingehen können, worüber weiter unten. Ferner sei noch auf die unten näher zu erwähnenden anderen Haarbildungen und Emergenzen der Compositen und auf die Spreuborsten (**1**, 27, 28; **2**, 20, 21; **9**, 8 u. s. w.), die Discus-Bildungen (**2**, 4) aufmerksam gemacht[5]).

---

1) Zur Entwickelungsgeschichte einiger Trichomgebilde. Wiener Akad. der Wissensch. Vol. XXXI, 1871.

2) Die Pflanzenstacheln, in Hanstein's botan. Abhandl. 2. Bd., 4. Heft. 1875.

3) Botan. Zeitung, 1873.

4) Trichomes etc.; Videnskabelige Meddelelser, 1872.

5) Noch sei auf eine Abhandlung von Mayevski aufmerksam gemacht: Evolution des barbules de *Begonia manicata*, (in Bulletin de la soc. impér. des naturalistes de Moscou, 1872, No. 4). Die hier angeführten Data stimmen gut mit den bei den Compositen beobachteten. Die zuerst entstehenden Haare sind Emergenzen, bei deren Bildung aber die Epidermis-Zellen den Anfang machen, und durch specielle Zelltheilungen einen haarförmigen Körper erzeugen; bei den später entstehenden spielt in immer höherem Grade die Epidermis eine Rolle, während das subepidermale Gewebe zurücktritt. — Die ersten werden auf folgende Weise gebildet; entweder so (Mayevski, pg. 258): »une des cellules (der Epidermis) un peu plus large allonge sa paroi supérieure et dépasse ainsi les dimensions des cellules épidermiques voisines; après quoi son intérieur se cloisonne en deux; la même chose se passe dans les cellules épidermiques voisines, et celles du parenchyme (d. h. des subepidermalen Gewebes), situées immédiatement au dessous de celles la, commencent en même temps à croître rapidement et à s'élever. Pendant l'accroissement du tubercule sa cellule apicale se divise d'une façon particulière. . . . . La cellule apicale, une fois partagée en deux par une cloison verticale, toujours quelque peu inclinée, se divise de nouveau par une autre cloison inclinée davantage, souvent tout-à-fait diagonale,

Was die Blätter betrifft, so liegen noch weniger Untersuchungen vor. Die oben untersuchten Blattbildungen: der Kelchwulst, die Krone (1, 3, 5—8 u. s. w.), Staubblätter (1, 6; 3, 36; 5, 3, 6 u. s. w.), Fruchtblätter, die ächten Bracteen (8, 33), stimmten alle völlig mit dieser Regel: zuerst wird eine Anzahl collaterale Reihen durch Quertheilungen erzeugt; später können die Zellen sich vielfach intercalar und unregelmässig theilen. Als ein Beispiel aus einer ganz anderen

mais presque toujours dirigée de la paroi supérieure à la paroi inférieure, rarement à celle d'une cellule latérale sous un angle quelconque. (90° par rapport à la première cloison verticale). Puis-vient une troisième cloison fortement inclinée, quelquefois dans la direction presque transversale, s'appuyant par son bord inférieur sur le deux cloisons précédentes. . . . . Par suite de ces divisions il se forme une cellule apicale pyramidale à trois faces dont la forme ainsi que la position à l'égard de trois cellules principales est pourtant encore sujette à beaucoup de modifications, à mésure de l'inclination de trois cloisons primitives. Dans les trois cellules principales, il se passe après toute une série de divisions transversales. On peut donc dire ici comme par rapport au Ribes sanguineum (bei Rauter pg. 13), »que »»dieser Gipfelzelle kann der morphologische Charakter einer Scheitelzelle jedoch nicht zuerkannt werden, da sie entweder gar kein oder nur 1—2 Segmente ohne bestimmte Folge abschneidet««. — Oder die Haare entwickeln sich folgendermassen: »La cellule apicale, au lieu de se diviser au moyen de cloisons diagonales et ensuite de cloisons transversales, se partage en deux par une cloison strictement verticale et parallèle à l'axe de la feuille; l'une des nouvelles cellules est de nouveau partagé par une cloison verticale, mais perpendiculaire à la première. Puis, dans chacune de ces trois nouvelles cellules, il se forme une série de divisions transversales et il en résulte une colonne à trois faces«. Es ist klar, dass diese Entwickelungsformen den z. B. bei *Senecio* beobachteten recht wohl entsprechen; in dem ersten (übrigens etwas unverständlich beschriebenen) Fall bildet sich, wenn ich es recht verstehe, eine Pseudo-Scheitelzelle und drei Zellen, die sich horizontal theilen; in dem anderen von Anfang an drei egale Zellen, und zwischen diesen Fällen giebt es vermittelnde Formen. Nichtsdestoweniger sagt Lund: »Les recherches de ce botaniste confirment en partie les miennes. En effet, d'après son exposé, quelquesuns de trichomes (appartenant à la même forme de trichome), se développent originairement par une cellule apicale absolue (de dégré different), tandis qu'en apparence ce n'est pas le cas avec d'autres. A vrai dire, ce qui manque principalement à M. Mayevski, c'est une vue de l'ensemble«. — Und doch wäre es für diesen Kritiker selbst wohl besser, erst einen noch genaueren Blick in die Natur zu machen, bevor es Zeit sein wird, nach einer »vue de l'ensemble« zu streben.

Sphäre, werde ich einige entwickelungsgeschichtliche Bruchstücke des Laubblattes von *Hippuris vulgaris* mittheilen (**9**, 1—7). Fig. 1 zeigt die Anlegung des Blattes durch Tangential-Theilung einer Anzahl (in der That einer elliptischen Gruppe) von Zellen der ersten Periblem-Schicht; Fig. 2 ein Blatt, wo in dem Median-Plane zwei der gebildeten Zellreihen bis zum Scheitel verlaufen (*n* und die, welche in *p* gipfelt; in welchem Verhältniss die Reihe *o—o* zu dieser steht, ist unklar); die Zellreihe *n—n* ist ungetheilt; auch die 2. Periblem-Schicht, *b—b*, hat sich getheilt. Fig. 3: ein anderes Blatt in optischem radialem Längsschnitte; neben der Reihe *o—o*, die sich vielleicht (?) unten spaltet, liegt ihr gegenüber eine andere völlig selbstständige Reihe *n—n*, die über *o* hingreift, und auf dieselbe Weise ist wahrscheinlich ihr Verhalten zu *m—m*, aufzufassen. Fig. 4 und 5 stellen ähnliche Schnitte dar; durch Spaltungen der Zellreihen nach unten und durch andere intercalare Theilungen, sowie durch häufiges Uebergreifen der Zellreihen, werden die typischen Verhältnisse immer mehr undeutlich; jedoch lassen diese Schnitte sich in völliger Uebereinstimmung mit den Pappus-Körpern sehr gut auffassen, und wenn man auf die jüngsten reinsten Zustände, wie Fig. 1, zurückgeht, müssen sie gerade so aufgefasst werden. Ganz ähnliche Bilder erhält man auch von den mächtigeren Pappus-Körpern, z. B. bei *Scorzonera*, (vergl. **3**, 11). Querschnitte der Blätter (Fig. 6) gleichen ganz denen der grösseren borstenförmigen Pappus-Körper (vergl. **1**, 8 mit **3**, 12 u. a. m.). Dagegen bieten Längsschnitte durch die Spitzen junger Blätter parallel der Fläche (**9**, 7), Bilder, die an die von Sadebeck und Prantl beobachteten und abgebildeten jungen Entwickelungszustände von Farrnblättern erinnern, sowie auch an die schuppenförmigen Pappus-Körper: **9**, 31; **2**, 25, 26. Die angelegten Zellreihen der jungen Blätter spalten sich an der Spitze des Blattes recht oft durch ⊥-Theilungen, wobei divergirende bogenförmig gegen die Peripherie verlaufende Zellreihen entstehen; es folgt hieraus natürlich, dass die radialen Längsschnitte älterer Stadien verschiedene Zellreihen überschneiden müssen, wodurch die weniger regelmässige Ordnung der Zellen auch erklärt wird. Soviel geht jedenfalls hervor, dass dieses Blatt in seiner Jugend vielen Metablastemen völlig gleich gebaut ist und wie diese wächst, und dass die Existenz einer Scheitelzelle des inneren Gewebes durch diese Entwickelungsweise ausgeschlossen ist. Es lässt sich sehr wohl auch diese

Wachsthumsweise (die der orthogonal-trajectorischen nahe steht) unter der Kategorie: der selbstständigen collateralen Zellreihen bringen.

Eine Menge anderer Blätter scheinen so ziemlich mit diesem übereinzustimmen, namentlich wird die Aehnlichkeit zwischen allen diesen verschiedenen Bildungen desto grösser, auf je frühere Entwickelungs-Stadien wir zurückgehen. Was aber noch wichtiger ist: bei dem Stengel und der Wurzel begegnen wir demselben Wachsthums-Modus. Es sind durch Untersuchungen zuerst von Hanstein (die Scheitelzellgruppe etc., Entwickelung des Keimes) später von vielen anderen, z. B. Schmitz (Blüthenentwickelung der Piperaceen in Hansteins Abhandl. 2 Bd.), Barcianu (Blüthenentwickelung der Onagraceen, Schenk und Luerssens Mittheil. 2 Bd.), Reinke (Wachsthum der Phanerogamen-Wurzel, Hansteins Abhandl. I. Bd.), Strasburger (Coniferen und Gnetaceen), mir selbst (Recherches sur la ramification, Bemerkungen über das Eichen in Bot. Ztg. 1874) u. a. neulich Treub wie so viele Beiträge zur Kenntniss der Wachsthums-Processe bei den höheren Pflanzen geliefert worden, dass ein allgemeiner Wachsthums-Modus sich daraus wohl abstrahiren lässt. Es scheint der zu sein: 1. wenn die niedrigsten Trichome ausgenommen werden, sind es immer mehrere collaterale Zellen, die den Grund zu den verschiedenen Gliedern legen. Das möchte ich auch in vielen Fällen annehmen, wo es angegeben wird[1]) und wohl auch wirklich vorkommt, dass Eine Zelle den Anfang macht, wenigstens wenn die Glieder eine grössere Grundfläche haben. 2. Die grundlegenden Zellen können der Epidermis gehören (viele Trichome, einige Blätter), oder dem tieferen Gewebe (die meisten Blätter, die Stengelanlagen, die Wurzelanlagen), oder sowohl jener als diesem. Die Tiefe, in welcher das Organ angelegt wird, und die Anzahl der in Arbeit versetzten Zellen, steht z. Th. mit der Mächtigkeit des Organs und mit seiner biologischen Bedeutung in Verbindung. 3. Je nach der Tiefe, in welcher ein Glied angelegt wird, werden keine oder eine verschiedene Anzahl von Zellschichten in die Höhe getrieben, indem ihre Zellen sich nur radial theilen (bei vielen Metablastemen keine, bei anderen — den Emergenzen — und bei den meisten Blättern, bei einigen Blättern und bei vielen Stengelanlagen 2 und mehr, bis 6, 7); die Wurzeln werden so tief angelegt, dass eine Durchbrechung erfolgen muss (aus-

---

1) Vergl. z. B. von Hänlein (Compositen), Barcianu (Onagrarieen).

genommen die in den peripherischen Strata angelegten Wurzeln von *Neottia*[1]). 4. Die zuerst ausgeführten Theilungen der Zellen sind tangential; setzen sie sich noch eine Weile fort, ehe andere eintreten, so kommt das Glied aus einer verschiedenen Anzahl verschieden hoher und entwickelungsfähiger relativ senkrechter und regelmässiger Zellreihen zu bestehen. Die Form der anzulegenden Glieder hängt von den intercalaren Theilungen ab. Wenn das Organ konisch zugespitzt ist (z. B. Wurzeln, Stengelgebilde, konische Trichome und Blätter, radiale Längsschnitte gewöhnlicher Blätter), so finden die Spaltungen der Zellreihen besonders nach unten zu Statt; es entstehen konisch zulaufende Zellenstränge, fast wie die Thallusspitzen einer *Delesseria Hypoglossum*. Ist das Organ dagegen stark seitlich ausgebreitet, wie viele Blätter, sind es vorzugsweise die Randzellen, die sich spalten und der terminale Vegetationspunkt wird in einen Rand-Kantenwuchs überführt, so lange peripherisches Wachsthum überhaupt Statt hat (vergl. *Stypopodium atomarium* in Nägeli und Schwendeners Mikroskop pg. 564). 5. Weil die ersten Theilungen überall von einer Anzahl collateralen Zellen ausgehen, und weil die einfachsten Glieder (wie viele Pappus-Körper, Spreuborsten) deutlich aus collateralen selbstständigen Zellreihen oder von solchen durch intercalare Theilungen abstammende Zellzüge (wie Thallus-Zweige einer *Delesseria Hypoglossum*) aufgebaut sind, dürfen wir auch berechtigt sein, einen ähnlichen Bauplan bei den complicirteren Gliedern anzunehmen. Es ist möglich, dass eine völlig unordentliche Allwärtstheilung wirklich bald bei vielen Organen eintritt und z. B. auch in vielen Stengelspitzen unter den Periblem-Schichten herrscht, aber es ist auch recht wohl zu denken, dass die Unordnung nur scheinbar so gross ist, wie sie sich oft zeigt, und dass es gelingen wird, in jeder Vegetations-Spitze z. B. eines Stengels oder einer Wurzel in dem Plerom mehrere collaterale (Initial-)Zellen nachzuweisen, die den Grund zu eben so vielen selbstständig verlaufenden nach unten durch intercalare Theilung dicker werdenden Zellzügen legen. Und möglich wäre es wohl noch, dass diese in Verhältniss zu den Procambium-Strängen ständen.

Es liegt ausser dem Plane dieser Arbeit, näher auf diese Fragen einzugehen, und die gerade angeführten Andeutungen müssen eben

1) Vergl. Warming, Sur les racines du *Neottia nidus avis*, in den „Videnskabelige Meddelelser“, 1874.

nur als solche betrachtet werden; ein guter Grund ist schon durch Hanstein gelegt worden, Andere haben wichtige Beiträge geliefert, aber eingehende und umfassende Untersuchungen müssen angestellt werden, ehe es festgestellt werden kann, ob die Glieder der Phanerogamen nach einem einheitlichen Wachsthums-Modus aufgebauet werden, oder nach mehreren, und, im ersten Falle, ob nach dem oben angedeuteten. Besonders das Blatt der Phanerogamen dürfte wohl eingehende histiologische Untersuchungen verdienen; denn bisher ist es sehr stiefmütterlich behandelt worden [1]).

---

1) Noch muss ich in aller Kürze der grossen Arbeit Lunds: Essai sur l'unité und seiner zweiten, der „Anticritique", gedenken. Verfasser geht von dem Gedanken aus, dass weil die Kryptogamen durch Scheitelzellen wachsen, müssen wir solche auch bei den Phanerogamen erwarten, zwar nicht als monarchische, sondern unter höheren Formen eine in jeder Schicht und eine im Plerom; und er findet denn auch, dass alle Glieder der Phanerogamen und Kryptogamen durch Scheitelzellen verschiedenen Grades wachsen müssen. Es wird ferner weitläufig beschrieben und mit dem Gepräge der äussersten Zuverlässigkeit dargestellt, wie die Scheitelzellen sich theilen, und sich aus höheren in niedere Formen („Grade") verwandeln, Segmente durch sich schneidende Wände erst in 4 oder mehr Reihen, später in 3, zuletzt nur in 2 ablegen, und als Belege für diese Entwickelungsgeschichte werden Querschnitte von Pappus-Körpern, die wohl schon recht alt sind, abgebildet; gegen meine zweifelnde Bemerkungen (Vidensk. Meddel. 1872) wurde seine Antikritik gerichtet, in welcher ich, jedenfalls mit Worten, übel mitgenommen werde als einer der von Wissenschaft und wissenschaftlichen Methoden nichts weiss; »la conclusion de Mr. Warming est entièrement inexacte«, und es wird bewiesen, dass die Pappus-Körper von *Senecio* nicht nur durch eine Scheitelzelle wachsen, sondern nothwendigerweise durch eine solche wachsen müssen. (Siehe die Anticritique in den „Videnskabel. Meddelelser" und oben S. 41.) Lund erklärt aber, dass seine Arbeit nur eine vorläufige ist; wir können also grössere, mehr eingehende erwarten. „Mon intention, en publiant mon essai sur l'unité du développement dans sa forme préparatoire, n'a pas été de faire insérer quelques observations dans les protocoles de la science (diese Absicht hat er unstreitbar vollkommen erreicht), ni d'amener quelque lecteur crédule à accepter sans examen tel ou tel de mes résultats (hoffentlich hat er auch das erreicht); j'ai voulu simplement appeler l'attention sur le problème dont il s'agit (bedurfte es dazu 120 Seiten?), et provoquer, si possible, des recherches dans le sens indiqué". Auch dies ist erreicht, denn meine hier mitgetheilten Untersuchungen sind eben durch seine Arbeit hervorgerufen.

Laterale Bildungen am Pappus.
Andere Metablasteme der Compositen.

Zu den allgemeinsten Erscheinungen bei den Pappus-Körpern gehört, dass die oberflächlichen Zellen an ihrem oberen Ende in eine zahnförmig hervorragende Spitze auslaufen, wodurch der Körper nach der Terminologie der Systematiker »rauh« wird (7, 25, 27, 23; 6, 28); besondere vorbereitende Theilungen finden hierbei nicht Statt. Solche Zähne finden sich bei z. B. *Aster*, *Linosyris*, *Erigeron*, *Tussilago*, *Mulgedium*, *Ligularia*, *Hieracium*, *Hypochoeris*, und gewiss allen anderen Gattungen. Bei *Antennaria* wird das keulenförmige Ende des Pappus-Körpers in den männlichen Blüthen durch ähnliche starke Ausbuchtungen der Zellen (nicht durch besondere Flügelbildung, wie Lund es will) zu Stande gebracht. Bisweilen laufen auch die unteren Zellenden zahnförmig aus und bilden mit jenen, von den oberen Enden kommenden, oft ziemlich unregelmässige ausgebuchtete Doppelzähne wie die 6, 18c abgebildeten; solche finden sich, wie es scheint, allein gegen den Grund der Pappus-Körper.

Diese Zahnbildungen können bisweilen wie bei *Helichrysum bracteatum* W. länger werden, aber eigentliche längere Haare bilden sie doch nicht, so viel bisher beobachtet[1]).

Bei anderen lateralen Haar- und Zahnbildungen finden specielle vorbereitende Theilungen Statt; eine Oberhautzelle theilt sich durch eine in Relation zur Axe des Pappus-Körpers quergehende, von innen nach aussen aber abfallende Wand in zwei (2, 3, 2; 3, 22), und die obere der beiden Tochterzellen (*t* in 22, Taf. 3) streckt sich radial, ohne parallel der Axe des Haares ferner bedeutend zu wachsen, und wächst zu einem langen gewöhnlich einzelligen Haare aus; die untere Tochterzelle dagegen streckt sich in der Richtung der Längsaxe, und wächst gewöhnlich an seinem oberen Ende zahnförmig aus; jene Haare scheinen daher wie in der Achsel eines solchen Zahnes zu sitzen. So ist es bei *Hypochoeris*, *Picris*, *Cirsium*, *Leontodon*, *Thrincia*, *Helminthia* (der Grund jedes langen Haares scheint hier eigenthümlich zur horizontalen Ausbreitung des Haares eingerichtet zu sein). Bei *Tragopo-*

---

1) Vergl. auch Weiss; die Pflanzenhaare, in Karstens botan. Untersuchungen p. 548. 545. 521. 532. 497.

gon und *Scorzonera* fand ich mehrzellige einreihige Haare (3, 31, 32). Dieselben vorbereitenden Theilungen finden auch bei *Carduus* und *Lappa* und gewiss auch bei *Silybum* Statt, aber die angelegten Haare wachsen nur äusserst kurz aus; die Pappus-Körper werden »rauh« aber zum Theil auf andere Weise als gewöhnlich.

Bei einer Anzahl Cynareen-Gattungen (*Carlina*, *Atractylis*, *Staehelina* u. a.) kommen starke laterale Bildungen an den Pappus-Körpern vor, über die ich weiter unten zu sprechen komme; ihre Entwickelungsgeschichte kenne ich nicht [1]).

Als ein Paar Beiträge zur Kenntniss der Haarbildungen bei den Compositen, über welche man an verschiedenen anderen Stellen Beobachtungen aufgezeichnet finden wird, z. B. bei Weiss [2]), Decaisne [3]), Rauter [4]), werde ich folgende Beobachtungen anführen.

---

1) Ich darf den Pappus nicht verlassen, ohne der von Lund entdeckten Lateral-Haare an den Pappus-Körpern von *Sonchus*, *Antennaria*, *Senecio*, *Taraxacum* und *Lactuca* zu gedenken, deren Entwickelung, so wie ihre nur auf dem Theile des Pappus-Körpers, der innere Zellen hat, stattfindende Entstehung und ihre nur auf bestimmte Weise sich theilende Scheitelzelle u. s. w. sehr schön von ihm dargestellt wird, und die bei *Sonchus* und *Antennaria* so deutlich sein sollen, dass man sie mit dem blosen Auge sehen kann, daher „es sehr merkwürdig ist, dass Niemand vor ihm sie entdeckt hat." Bilder solcher mit Lateral-Haaren versehenen Pappus-Körper werden geliefert; bei *Sonchus* entspringen sie sogar in bedeutender Höhe auf den Hauptstämmen. Lund muss hier mehrere Pappus-Körper zu einem „Ensemble" zusammengekleistert haben, und »à vrai dire, ce qui manque, à M. Warming c'est une vue de l'ensemble« meint er wohl von mir wie von Mayevsky, — oder auch verstehe ich gar keine Beobachtung zu machen; denn, heisst es: toutes les observations qui concernent cette question sont tellement simples, que toute personne tant soit peu apte aux recherches pourra facilement les vérifier. Qu'on poursuive donc cette étude! J'engagerai specialement M. Warming à reprendre mes principales recherches (le nombre n'en est pas grand) avant d'aborder de nouveau cette question!« (Antikritik pg. 26). Trotzdem, dass die Beobachtung so leicht sein soll, existiren solche Haare doch nicht, denn vereinzelte Spaltungen der Pappus-Körper, besonders an *Antennaria*, kann Verf. nicht gemeint haben.

2) Die Pflanzenhaare, in Karsten's Botanische Untersuchungen. 1867.

3) Sur la structure des poils, qui couvrent le péricarpe de certaines Composées. Ann. d. sc. naturelles, 2 Sér., 13, (1839), pg. 251.

4) Zur Entwickelungsgeschichte einiger Trichomgebilde. Wiener Akademie. 1871.

Eine häufig vorkommende Form von Glandel-Haaren ist die 7, 10 abgebildete; sie sind kurz und dick keulenförmig, bestehen aus zwei Zellreihen, haben gewöhnlich einen gelblichen Inhalt, und wahrscheinlich rührt der aromatische Geruch vieler Compositen von diesen Haaren her. Sie treten an den Kronen, Ovarien und auch anderen Theilen der Pflanze auf, z. B. bei: *Tanacetum*, *Grangea*, *Pyrethrum*, *Anacyclus*, *Chrysanthemum*, *Helenium*, *Conoclinium*, *Lappa*, *Centaurea Scabiosa* und *Jacea* u. a.

Nach demselben Typus gebaut, aber nicht mit drüsenhaar-artig aufschwellenden Zellen finden sich ebenso sehr gemein Haare, wie Fig. 34, Taf. 5, an besonders der Krone von *Dahlia*, *Erigeron*, *Centaurea Cyanus*, *Aster*, *Bellis*, *Gnaphalium*, *Antennaria* u. a.

Diese verschiedenen Haare scheinen immer durch radiale Theilung einer Epidermis-Zelle und zwar durch eine horizontal-radiale Wand zu entstehen, so dass die zwei das Haar bildende Zellreihen in eine senkrechte Ebene zu liegen kommen. Die trennende Wand hat also dieselbe Orientirung wie diejenige, durch welche die Haare der gefiederten Pappus-Körper angelegt werden. Die Querwände der beiden Zellreihen liegen gewöhnlich sehr schön in Alternation mit einander, woraus ein oberflächlicher Untersucher vielleicht schliessen würde, dass das Haar durch eine zweischneidige Scheitelzelle aufgebauet worden ist. Bei diesen Haaren fand ich selten Pseudo-Scheitelzellen. Bisweilen fand ich einen deutlichen Spitzenwachsthum, indem nur die obere Zelle jeder Reihe die theilungsfähige war, bisweilen scheint aber das umgekehrte Statt zu haben, indem die unteren Wände die dünneren waren.

Demselben Typus wird man auch die weit einfacheren Haare anreihen müssen, die sich auf den Ovarien finden. Sie werden auf die nämliche Weise angelegt (5, 35: Oberflächenbild des Ovarium), aber es treten sehr wenige (eine einzige) oder gar keine Querwände in den beiden angelegten Zellen auf (5, 12; die mit 2 bezeichnete Wand kommt gewöhnlich nach 1), und das Haar besteht schliesslich aus 2 collateralen Zellen, oder aus zwei Zellreihen, die je aus einer oberen sehr langen und einer unteren weit kürzeren Zelle bestehen, oder aus einer Zelle und einer damit parallelen, 2-zelligen Reihe. Die Zellwände werden gewöhnlich fest, recht dick; die Haare laufen in zwei Spitzen aus, die sich wie bei *Aster Tripolium* haken- oder ankerförmig nach

jeder Seite biegen können. Solche Haare fand ich ferner bei *Senecio vulgaris, Grangea, Erigeron* (unter dem Kelche werden sie mehr complicirt und pappusähnlich), *Gaillardia, Helenium, Helipterum Sandfordii* Hook., *Pulicaria undulata* DC., *Linosyris, Gnaphalium silvaticum, Bellis, Carlina* u. a. Cassini erwähnt sie als »biapiculées ou comme échancrées au sommet, parce qu'ils sont formés de la réunion de deux poils soudés ensemble« (Opuscules, I, 222).

Alle diese Haare gehören offenbar einem Typus.

Andere Haarbildungen kommen auch vor, z. B. köpfchenförmige Glandel-Haare bei *Sonchus, Hieracium* u. a.; lange einzellige auf dem Ovarium von *Centaurea*-Arten, oder kurze papillenförmige auf dem Ovarium von *Gnaphalium Vira-vira* Molin; aus einer Zellreihe gebildete Haare finden sich bei *Bidens* an der Krone und dem Involucrum, bei *Dahlia, Zinnia* u. a.

Noch verdienen hervorgehoben zu werden die wulst-, warzen- oder fast hakenförmigen Hervorragungen an den Ovarien vieler Gattungen, z. B. *Lappa*, wo sie als dicke unregelmässige Wülste quer über das Ovarium verlaufen; *Taraxacum*, wo sie mehr warzenförmig sind und sich in Längsreihen ordnen, die sogar hier und da recht deutlich mit einander alterniren, so dass eine jedoch nicht constante Wirtelbildung zu Stande gebracht werden kann (6, 35); *Hypochœris*, wo sie mehr kegelförmig und spitz sind, *Leontodon* u. a. Wo ich die Genese dieser Processe untersuchte, fand ich, dass sie Emergenzen sind, die durch Tangential-Theilungen einer grossen Anzahl von Zellen der ersten, bisweilen auch der zweiten subepidermalen Schicht entstehen (4, 30: Längsschnitt durch das Ovarium von *Lappa*). Durch tangentiale Theilungen der Zellen bilden sich senkrechte Reihen, und das Organ hebt sich hervor; es folgt sehr deutlich dem oben geschilderten Wachsthums-Modus vom Pappus. Sie treten in basipetaler (*Lappa, Leontodon*), oder in basi- sowohl als akropetaler *(Hypochoeris)* Folge hervor.

Gelegentlich werde ich auch erwähnen, dass die Ovarial-Wand bisweilen ungeheuer reich an schön ausgebildeten Krystallen ist, z. B. bei *Centaurea Jacea, Gnaphalium Vira-vira, Helichrysum foetidum, Cichorium Endivia* und anderen, die ich nicht aufgezeichnet habe; fast jede Zelle in einem gewissen Stratum ist krystallführend. Auch im Pappus, aber selten, kommen solche Krystalle vor, z. B. im Grunde

des Pappus von *Helenium tenuifolium*. Der eigenthümliche Bau vieler Epidermis-Zellen im Ovarium von *Matricaria discoidea* ist früher von Al. Braun (Botan. Zeitung 1852, 653) untersucht worden.

Definition von Trichom (Hanstein) oder Metablastem (Celakovsky).

In 4. Auflage seines Lehrbuchs (1874) p. 164 kritisirt Sachs meine Eintheilung der Trichome in zwei Unterarten: Emergenzen und Haare (siehe meine: Sur la difference entre les trichomes et les épiblastèmes d'un ordre plus elevé, in »Videnskabel. Meddelelser«, Kopenhagen 1872), und hält dieses »wenn auch nicht für falsch, so doch für unzweckmässig, weil dann jede Definition des Begriffs: Trichom ganz unmöglich wird; scharf definirte Begriffe sind aber das erste und unentbehrlichste Requisit der Wissenschaft.« Ich glaube, dass Sachs hier nicht völlig Recht hat, und namentlich, dass, weil die Definitionen immer nach den Fortschritten der Wissenschaft zu ändern sind, so auch hier der Begriff Trichom etwas anders zu fassen ist. Wenn es sich jetzt zeigt, dass eine Menge von Organen bei den Phanerogamen, die als selbstständig differenzirte Glieder über die Oberfläche des Pflanzenkörpers hervortreten, und die weder Phyllome, noch Kaulome und Wurzel sind, sich von den Trichomen nur dadurch unterscheiden, dass sie eine höhere anatomische Ausbildung erreichen, dann müssen wir den Begriff: Trichom anders fassen als früher. Seine Definition wird gar nicht unmöglich, der Hauptpunkt wird sogar völlig unberührt. Die Emergenzen der Phanerogamen sind zwar Uebergänge zu den höheren Epiblastemen, aber nur in anatomischem Sinne. Der anatomische Ausbildungsgrad steht ja aber mit der Function in innigster Beziehung; die anatomisch vollkommnere Ausbildung der Emergenzen kann dann auch nicht als Grundlage für ihre Definition als morphologische Glieder dienen, und um sie von den Trichomen, d. i. im Sinne Sachs' den aus der Epidermis entstehenden Auswüchsen zu trennen. Der Begriff des Trichoms (Metablastems) liegt etwa in Folgendem:

1. Das Trichom ist ein seitliches Anhangsgebilde, das sowohl an Kaulomen, Wurzeln und Thallomen, als an Phyllomen und anderen Trichomen entstehen kann.

2. Das Trichom entsteht nicht auf Vegetations-Punkten, die in reger Thätigkeit sind (Ausnahme z. B. *Utricularia*); dagegen kann es

auf erlöschenden Vegetations-Punkten und selbst terminal auftreten, und thut dies besonders häufig bei Phyllomen.

3. Es kann fern von jedem Vegetations-Punkt und ohne Relation zu einem solchen auf schon völlig differenzirten Gliedern auftreten. Es ist eben das Gewöhnliche, dass es spät, an älteren Organen entsteht.

4. Das Trichom entsteht gewöhnlich in völlig unregelmässiger Folge, durch Interposition; seltener in acropetaler (bei Wurzeln z. B.) oder basipetaler (an secundären Vegetations-Punkten z. B.) Folge. Je mächtiger die Trichome eines Gliedes ausgebildet werden, und je bestimmter eine bestimmte Entstehungsrichtung vorherrscht, desto regelmässiger werden die Stellungsverhältnisse (vergl. unten: die Stellung der Pappus-Körper).

5. Das Trichom ist eine exogene Bildung; es nimmt seinen Ursprung entweder von den oberflächlichen Zellen (es sei eine Epidermis differenzirt oder nicht; Haare) oder von den tiefer liegenden (Emergenzen) oder von beiden zugleich. Die Tiefe, in welcher es angelegt wird, steht gewöhnlich mit ihrer späteren Mächtigkeit und Function in Verbindung. Es kann eben so hoch anatomisch ausgebildet werden, wie viele Phyllome. Dass es völlig unthunlich ist, die anatomisch einfacheren Organe von den anatomisch höheren zu trennen, zeigen besonders schön die Compositen.

6. Das Trichom hat ein begrenztes Wachsthum; es stellt bald sein Wachsthum ein, und sein Leben (Function) ist gewöhnlich von kurzer Dauer.

7. Das Trichom ist das erste differenzirte Glied des Pflanzen-Körpers (Thallus) und das niedrigste. Seine Entstehung geht bis in die Thallophyten zurück.

Wo ein Organ zweifelhaften Werths vorliegt, ist seine Werthbestimmung aus der Summe der hier berührten Haupt-Punkte zu erledigen; reichen sie nicht hin, so muss der Vergleich mit den nächst verwandten in Betracht gezogen werden, um die Abstammung zu erleuchten und dadurch den morphologischen Werth.

Ueber den Begriff Trichom herrscht, wie es scheint, häufig Unklarheit. Wenn man so hie und da lesen kann: dies oder jenes Organ (z. B. Integumente des Ovulum) entsteht in der Epidermis, ergo ist

es ein Trichom, — dann ist dieser Schluss falsch. Das Organ ist ein Trichom, wenn sein trichomatischer Ursprung dargethan werden kann, es ist aber ein Phyllom, sei es anatomisch auch noch so haarähnlich und niedrig entwickelt, wenn sein Ursprung auf ächte Phyllome zurück geführt werden kann. Wenn man mit wenigen Worten bezeichnen wird, dass ein Glied in der Epidermis oder in dem subepidermalen Gewebe angelegt wird, ist es zwar sehr bequem die Ausdrücke — »Trichom« — »Emergenz« benutzen zu können, aber dadurch kommt man von der Bedeutung dieser Wörter zu leicht weg, und man sollte höchstens nur: trichomartiger, emergenzartig oder ähnliche Ausdrücke gebrauchen, womit Nichts über den morphologischen Werth des Gliedes gesagt wird. Sollte es allgemein vorgezogen werden, das Wort »Trichom« sensu strictiori zu gebrauchen, dann wird es nothwendig eine für Trichome und Emergenzen gemeinsame Bezeichnung zu haben, und zwar scheint mir dann das Celakovsky'sche »Metablastem« das glücklichste zu sein. (Vergl. übrigens auch Al. Braun: Die Frage nach der Gymnospermie der Cycadeen, pg. 344).

3. Zahl und Stellung der Pappus-Körper.

Schon oben ist erwähnt, dass die Pappus-Körper unterhalb der Krone zum Vorschein kommen, und zwar an der Stelle, wo der Kelch zu erwarten ist. Entweder (*Cirsium* - *Tragopogon* - Typus) treten die ersten unmittelbar auf der Axe hervor, und die folgenden alle auf einem ringförmig sich erhebenden Wulst, der jene ersten vereinigt, oder (*Senecio-Lactuca*-Typus) sie treten alle auf einem solchen hervor. Sie entstehen fast immer in basipetaler Folge; Ausnahmen davon waren früher nicht bekannt, doch sind *Lappa, Lactuca*, und weniger ausgeprägt *Senecio* (bei welcher Magnus es zuerst entdeckte und mir mittheilte) solche; hier entstehen die Pappus-Körper sowohl in basipetaler als akropetaler Folge, und zugleich werden jüngere mitten zwischen älteren intercalirt. — Näheres hierüber unten.

Ueber die specielleren Zahl- und Stellungsverhältnisse werde ich erst eine Reihe Beobachtungen mittheilen, die an zufällig gegriffenen Species angestellt worden sind; nachher fasse ich die Resultate dieser Untersuchungen zusammen.

A. Ich beginne mit Gattungen, die nur eine kleine Zahl von (starken, an den Ecken des Ovarium gestellten) Pappus-Körpern besitzen (*Bidens*-Typus)[1]).

Bidens. Gewöhnlich finden sich nur zwei der bekannten, mit Widerhaken versehenen Pappus-Körper. Ihre Stellung ist die gewöhnlicher Vorblätter: links und rechts (7, 38, 39), zwischen den vorderen und lateralen Staubblatt-Fibrovasal-Strängen. In vielen Fällen, z. B. bei *B. leucantha* W. und anderen, findet man mehr als diese zwei, die aber immer, es möge welche Zahl von anderen vorhanden sein, die nämliche Stellung behaupten. Die hinzukommenden, die fast immer kleiner sind, stellen sich auf sehr verschiedener Weise: kommt nur ein Pappus-Körper hinzu, steht er 1) bald in der Mediane nach hinten (7, 39), 2) bald median nach vorn, 3) oder seitlich vor der Mediane nach hinten oder nach vorn. Ferner habe ich folgende Stellungen beobachtet:

4) ein Körper median nach hinten, und einer median nach vorn,

5) zwei nach hinten dicht neben einander und beide seitlich vor der Mediane,

6) dasselbe mit einem median nach vorn,

7) einer median nach hinten, und ein kleiner neben ihm, oder auf seinem Grunde,

8) dasselbe mit einem median nach vorn,

9) einer schief nach hinten rechts, ein anderer schief nach vorne links,

10) einer median nach hinten, ein anderer median nach vorn, und ein zahnförmiger kleiner auf dem vorderen Grunde einer der zwei grossen lateralen,

---

1) Wenn ich hier die Gattungen unter A, B, C, D in 4 Gruppen vertheile, geschieht es nur der leichteren Uebersicht wegen, nicht dass ich meine, diese Gruppen seien scharf getrennt oder auf irgend eine Weise mit den systematischen Gruppirungen zusammenfallend.

11) dasselbe, nur mit dem zahnförmigen auf dem hinteren Grunde der grossen,

12) dasselbe, nur tritt der zahnförmige grösser und selbstständiger auf; dadurch kommt man zu: ein median nach hinten und nach vorn, ein diagonal zwischen ihnen und den lateralen grossen,

13) endlich habe ich auch 6 Pappus-Körper gefunden, nämlich zwei laterale, zwei mediane und zwei diagonale.

Hieraus geht hervor, dass nur die beiden lateralen constante Stellung haben, die anderen eine sehr unconstante, und dass keine von diesen so bevorzugt ist, dass er immer vorhanden wäre, wenn 3 oder mehr entwickelt sind. Hervorzuheben ist, dass ich wohl oft eins nach hinten, also auf dem Platze des 2. Kelchblattes gefunden habe, selten andere bestimmt auf den Plätzen der lateralen Kelchblätter (4 und 5), und nie genau auf den der zwei vorderen. Die Grössenverhältnisse der überzähligen sind sehr verschieden.

Aehnliche Beobachtungen sind schon früher publicirt, z. B. von Buchenau (Senckenb. 118) und Reichenbach (Icones florae Germanicae, tab. 942: *Bidens cernua* mit 4, *B. tripartita* mit 3; im Texte heisst es: *B. cernua* . . . achaeniis compresso-tetragonis . . . pappo 4-aristato). Die grossen Pappus-Körper werden vor dem Kelchwulste angelegt.

Coreopsis tinctoria. Die Stellung der zwei Pappus-Körper wie bei *Bidens* (7, 37). Andere Zahlen kenne ich nicht. Sie werden nach Köhne »fast gleichzeitig mit den freien Corollen-Zipfeln sichtbar«.

Dahlia verhält sich wie die beiden vorhergehenden, mit welchen sie auch darin übereinstimmt, dass alle Theile des Köpfchens durch Kali mehr oder weniger intensiv rothbraun gefärbt werden (wahrscheinlich wegen Gerbsäuregehalts). Sie haben alle »achaenia a dorso compressa«, und die Stellung der Pappus-Körper ist in Uebereinstimmung hiermit lateral, wenn sie überhaupt zur Entwickelung kommen (bei *Dahlia* wird oft nur ein Ringwulst gebildet); wenn die Achänien mehreckig werden, kann auch eine entsprechend grössere Zahl von Pappus-Körpern gebildet werden.

Zinnia. In den Randblüthen, deren Ovarium dreieckig ist mit einer Kante nach hinten, findet man 1, 2, 3 Pappus-Körper, den Ecken des Ovariums entsprechend, wenn das Ovarium nicht ganz pappuslos

ist. Die hintere Seite ist die bevorzugte: ihr Pappus-Körper ist der grösste und der constantest vorhandene; seine Stellung ist genau vor dem Kronblattzwischenraume (2, 30). Die Pappus-Körper sind nicht immer in derselben Höhe inserirt. In den inneren Zwitterblüthen stehen die Pappus-Körper median nach hinten und nach vorne, ebenso den Ecken des von der Seite zusammengedrückten Ovarium entsprechend; der hintere ist weit stärker als der vordere (2, 32—35) und wird zuerst angelegt und zwar, ehe noch Spuren eines Kelchwulstes vorhanden sind (2, 32, 33, 34). Dieser entwickelt sich etwas weiter, während er bei den Randblüthen vielleicht gar nicht vorhanden ist, wenigstens sehr unbedeutend.

Helianthus. Die Pappus-Körper der inneren Blüthen stehen median vorn und hinten, wenn die Früchte von der Seite zusammengedrückt sind; sind sie mehr 4-eckig, kommen auch bis zwei kleine zwischenliegende zum Vorschein. Die Pappus-Körper, besonders die grossen, zeigen Neigung sich zu theilen, und bisweilen geht dies so tief, dass selbstständige kleine gebildet werden und neben ihnen zu stehen kommen. Bei den sterilen Randblüthen ist das Ovarium dreieckig und etwas von vorn nach hinten zusammengedrückt; sie haben drei dünne, stark getheilte Schuppen (vergl. auch Köhne, p. 33). Nach Hänlein können sie auch gar keine haben. Nach Köhne entstehen die Pappus-Körper lange vor den Stamina, »man kann sogar fast sagen, gleichzeitig mit dem Erscheinen der freien Zipfel der Petala« was mit ihrer Grösse sehr wohl in Einklang ist. (Ueber *Helianthus* vergl. auch Duchartre, Ann. d. sc. 2 Sér., 16; Buchenau, Senckenb. 119; Sachs, Lehrb. 3. Ausg. 487).

Nach Köhne haben auch die verwandten Gattungen *Actinomeris* und *Ximenesia* zwei in der Mediane liegende Pappus-Körper, und es lassen sich in den systematischen Handbüchern leicht viele andere auffinden mit derselben Zahl von Pappus-Körpern, bisweilen mit einigen kleinen intermediären, und, so viel sich aus den Diagnosen sehen lässt, ähnlichen Stellungen von diesen: *Helianthella, Podachaenium* und *Spilanthes* (wo *Bidens*-Stellung in den Strahlblüthen, mediane Stellung in den Central-Blüthen vorkommt), *Salmea, Heterospermum* u. s. w. Ueberall steht die Stellung der starken Pappus-Körper in Relation zu den Kanten des Ovarium, d. h. sie stehen, wo am besten Platz ist.

Eine Form, die hier Platz finden kann, ist *Tagetes;* gewissermassen verbindet sie die mit Corona versehenen Gattungen mit denjenigen, die freie Pappus-Borsten haben, die, welche wenige Pappus-Körper haben, mit denen, die viele haben. Der Kelchwulst ist mehr oder weniger genau pentagonal, und die Ecken stehen, so weit die umgebenden Blüthen es erlauben, vor den Staubblättern; dieses geht aus 7, 19 deutlich hervor. Es tritt schnell eine ungleich starke Entwickelung ein: eine der vorderen zwei Ecken, die den Kelchblättern 1 und 3 entsprechen würden, oder alle beide wachsen stärker aus: 7, 17, 18 (*a* und *b*) und werden lange, lineär-lancetliche Blättchen, mit Fibrovasal-Strängen versehen, die sogar eine Art Knospenlage haben können, während die anderen Ecken mit dem verbindenden Wulste zu einer mehr oder weniger getheilten steifen Membran auswachsen: 7, 15, 16. Legt man Schnitte quer durch die Blüthen, so erhält man Bilder, wie Fig. 20 und 21, wo *a* und *b*, sowie in Fig. 17 und 18, den freien, langen Blättchen bezeichnen [in 21 ist *b* weggefallen]. — Es kommt nach älteren Blüthen zu urtheilen vor, dass nur ein Blättchen vorhanden ist und zwar median nach vorne steht, was sich aus den Druckverhältnissen ableiten lässt; auch habe ich gesehen, dass eine kleine, zahnförmige Borste zwischen den grossen, lancetlichen stehen kann wie eine Commisural-Bildung.

B. Gattungen mit starken Pappus-Körpern, von denen als Regel einige terminal auf den Kelchblättern stehen oder diesen selbst entsprechen (*Cirsium-Tragopogon*-Typus).

Catananche coerulea. 5 Pappus-Körper sind hier das gewöhnlichste; von 23 Blüthen hatten 20 fünf, 2 sechs und 1 sieben Pappus-Körper. Wenn fünf entwickelt waren, standen sie vor den Staubblättern, doch nicht immer genau; wenn 6 und 7, waren sie mehr unregelmässig gestellt und hatten nicht gleiche Divergenz-Winkel; in einer Blüthe mit 6 fand ich zwei nach hinten, zwei nach vorn, so weit sich aus der erwachsenen Blüthe sehen liess. Die Deckung der Ränder zeigt, wie Köhne (pg. 31) bemerkt, »keine bestimmte Regel«.

Gaillardia soll ebenso, nach Köhne (pg. 31), sowohl fünf vor den Staubblättern stehende Pappus-Blättchen, als 6 (und mehr), die nicht regelmässig vertheilt sind, haben. Unter 70 Blüthen fand ich 36 mit fünf, 28 mit sechs, 4 mit sieben und 2 mit acht Pappus-Körpern; die

Divergenz-Winkel waren oft ungefähr gleich, oft ungleich; ganz junge Zustände kenne ich doch nicht. Sie decken einander mit den Rändern ohne feste Regel: gewöhnlich ist einer ganz frei, einer neben diesem ganz gedeckt.

Xeranthemum annuum schliesst sich den beiden letzten an; Buchenau sagt (Senckenb. 121): »wir finden hier gewöhnlich 5 . . . Schuppen. Aber schon ihre durchaus nicht regelmässige Vertheilung an der Axe, sowie die auffallende Erscheinung, dass sich bei dieser Gattung bis zu zehn solcher Organe finden . . .« Ich habe ähnliche Zahlverhältnisse wie bei den vorigen gefunden.

Helenium tenuifolium. Ich fand unter 26 aufs Gerathewohl ergriffenen Blüthen 18 mit sechs, 2 mit fünf, 6 mit sieben Pappus-Körpern. Die Divergenzen sind gewöhnlich ungleich, zwei stehen einander oft näher, und ein ist bisweilen etwas tiefer inserirt, als die anderen. Es kommt dann bisweilen vor, dass kein Pappus-Körper genau vor einem Staubblatt steht. Sie werden alle fast gleichzeitig angelegt, und zwar früher als ein verbindender Wulst vorhanden ist (4, 31, 32).

Palafoxia Texana. Unter 21 Blüthen fand ich 8 mit zehn, 7 mit neun, 2 mit elf, 2 mit zwölf, 1 mit acht, 1 mit dreizehn Pappus-Körpern (vergl. 8, 24). Sie werden zu ungleicher Zeit angelegt; erst gewöhnlich fünf, die oft ziemlich genau vor den Staubblättern, oft sehr ungenau, ganz wie bei *Tagetes* und vielen anderen, und diese werden auf der Axe selbst angelegt; nach und nach werden die anderen zwischen ihnen interkalirt, aber oft durchaus ohne Regelmässigkeit, und die Divergenzen sind äusserst ungleich. Die Pappus-Körper sind auch nicht gleich tief von einander getrennt.

Thrincia hispida verhält sich ähnlich. Erst werden in den inneren Blüthen 5 Pappus-Körper angelegt, und zwar bisweilen recht regelmässig wie fünf normal gestellte Kelchblätter (4, 33); dann werden gewöhnlich 5 andere interkalirt, so dass ein 10-gliedriger Wirtel gebildet wird: 4, 34, 35; in diesen beiden Figuren ist die regelmässige Stellung nicht vollkommen, und grössere Unregelmässigkeiten kommen vor. Die Randblüthen haben eine andere Pappus-Bildung als die Scheibenblüthen; ich kenne ihre Entwickelung nicht.

Die verwandte Gattung *Leontodon* verhält sich auf etwas andere Weise. Bei *L. hispidus* fand ich 10, 12, 13, 14, 15, 16 Pappus-Körper,

die mehr oder weniger genau einen Wirtel bilden, und ausserhalb dieses einige kleinere (9, 16). Bei *L. autumnalis* in erster Reihe 15, 16, 17, 18, 20 und 21, sonst verhält sie sich ebenso. Sie entstehen zu verschiedener Zeit; die ersten, wenn es der Platz erlaubt, vor den Staubblättern, doch nicht so selbstständig wie bei den früheren Gattungen, indem sie eher an den starken Ecken des Kelchwulstes entstehen als auf der Axe selbst. Die Ecken in Fig. 14, 9 sind noch nicht die eigentlichen Pappus-Körper; diese werden erst auf ihnen zum Vorschein kommen; doch da sie den grössten Theil der gebildeten Ecke verbrauchen, ist die Differenz zwischen diesem Fall und den vorhergehenden äusserst gering. Am deutlichsten fand ich bei *L. autumnalis* einen 5-eckigen Kelchwulst ringsum angelegt, ehe die eigentlichen Pappus-Körper zum Vorschein kommen. Oft ist die Regelmässigkeit weniger gross, und 6 Pappus-Körper können fast gleichzeitig und mit ungleichen Divergenzen angelegt werden. — Die zuerst zukommenden Pappus-Körper werden zwischen den ersten interkalirt, und zwar sehr unregelmässig: 9, 15, wo vier Hauptzipfel mit Kreuz bezeichnet sind (welcher als der fünfte zu bezeichnen ist, bleibt unsicher), und im Ganzen 15 Pappus-Körper in erster Reihe angelegt werden; die später zukommenden stellen sich ausserhalb dieses.

Die verwandte *Kalbfussia Mülleri* Schultz hat 10 (—12) am Grunde stark verbreiterte Pappus-Körper.

Stenactis. Der Kelchwulst hat breite Ecken bald vor den Staubblättern, bald unregelmässig an anderen Stellen. An diesen Ecken entstehen die ersten Pappus-Körper, die im Verhältniss zu den Ecken stark sind, und bisweilen scheint eine Ecke (wie bei *Leontodon*) ganz als Basis für einen solchen verbraucht zu werden. Es scheint das Häufigste, dass zuerst 5 Pappus-Körper entstehen, und dass zwischen je zweien von diesen 1 oder 2 oder 3 neue angelegt werden; aber es kommen sehr grosse Abweichungen hiervon vor. In erster Reihe fand ich 15—21; ausserhalb diesen einige andere.

Conoclinium janthinum hat nur einen Pappus-Wirtel, in welchem ich 19, 21, 22 Körper zählte. Der Kelchwulst ist ringsherum angelegt, ehe die Pappus-Bildung beginnt; seine mehr oder weniger deutlich hervortretenden breiten abgerundeten 5 Ecken stehen, wenn der Platz es erlaubt, vor den Staubblättern (4, 36).

Erigeron acre. Der Kelchwulst erzeugt schneller als bei vorhergehendem die Pappus-Körper; diese entstehen zu ungleicher Zeit und sehr unordentlich; ordnen sich doch so ziemlich in einen Wirtel, aber mit sehr ungleichem Divergenz-Winkel. In diesem Wirtel zählte ich 18—23; wenige bilden sich deutlich ausserhalb diesem. An ganz jungen Blüthen habe ich 4—5 lange (7, 28, 29) und zwischen je zwei von ihnen 2—3 kurze gefunden. Hinstreben nach Alternation kann deutlich ausgesprochen sein (7, 29).

Helminthia echioides. In einem ersten Wirtel, doch mit denselben Unregelmässigkeiten wie bei den vorigen Gattungen, stehen 20—26 Pappus-Körper. Sie verhält sich fast wie *Leontodon;* der Kelchwulst wird nach meinen vorliegenden Beobachtungen wenig vor dem Hervortreten der speciellen Pappus-Körper angelegt; er ist eckig und dicker an gewissen Stellen, die gewöhnlich ungefähr vor den Staubblättern liegen, und an diesen Ecken fängt die Pappus-Bildung früh an. Mehrere Körper werden gleichzeitig gebildet, aber ich fand weder eine bestimmte Zahl, noch bestimmte Divergenz-Winkel; die folgenden werden in unbestimmter Weise zwischen den ersten interkalirt. Ausserhalb dieser ersten Wirtel entstehen zerstreut einige kleinere Pappus-Körper.

Tussilago Farfara. Die Pappus-Körper bilden fast einen Wirtel mit ungleichen Divergenzen; doch stehen sie nicht genau auf derselben Höhe, bisweilen sind sie eigentlich zickzackförmig gestellt. Ihre Zahl fand ich von 14—26; in den männlichen Blüthen scheint sie jedenfalls anfangs durchschnittlich grösser als in den weiblichen zu sein, offenbar weil jene grösser als diese sind (8, 15, 16), und mehr Platz für Pappus-Körper vorhanden ist, wenn diese dieselben Dimensionen behalten. In den weiblichen, die ich vorzugsweise untersucht habe, ist die Zahl durchschnittlich 18; nach diesen treten andere ausserhalb derselben auf (8, 21, 22, ein Paar von der Menge Variationen, die vorkommen. Die Figuren zeigen, dass die Divergenz-Winkel sehr ungleich sind, und dass die Wirtelbildung keine genaue ist). Der Kelch ist ringsum angelegt als schwacher fast gleich dicker Wulst (8, 16, 17), wenn die Pappus-Körper deutlich zum Vorschein kommen (8, 18 — eine weibliche mit etwa 9—10 Pappus-Körpern — 19 eine männliche Blüthe mit etwa 14 Pappus-Körpern). Starke vor den Staubblättern vorspringende Ecken finden sich nicht; daher werden auch eine Menge

Pappus-Körper gleichzeitig angelegt (etwa 9—14) und sind lange ungefähr von gleicher Länge (8, 20); in den weiblichen Blüthen scheint 9 Norm zu sein; die folgenden werden zwischen diesen interkalirt, bisweilen so, dass sie auf gleicher Höhe mit ihnen stehen, bisweilen etwas niedriger, wodurch Zickzackstellung und Alternation, wenn auf die Höhe Rücksicht genommen wird, zu Stande kommt.

Antennaria dioica hat nur einen Wirtel von etwa 20. Der Kelch wird erst ringsum gebildet als scharf abgesetzter ganzrandiger Wulst, der an keinen Stellen bedeutend dicker oder höher ist, als an anderen (8, 5, 14). Die Pappus-Körper entstehen daher auch nicht zuerst an bestimmten Stellen und in beschränkter Zahl; zwar habe ich Fälle gesehen, wo die erst hervortretenden ungefähr vor den Staubblättern standen, und die folgenden von diesen Punkten ausgehend nach und nach die Zwischenräume erfüllten; in den meisten Fällen war es mir nicht möglich eine solche Beziehung zu bestimmten Plätzen zu finden, und eine Menge wurde gleichzeitig und ohne Ordnung angelegt, und andere zwischen sie interkalirt.

Gnaphalium uliginosum. Ich habe einen Wirtel von 9, 10, 11, 12 Pappus-Körpern gefunden, mit ungleichen Divergenz-Winkeln. Bei *G. silvaticum* ist die Zahl grösser.

Bestimmter als bei den vorhergehenden kommt mehr als Ein Wirtel zur Ausbildung bei *Crepis virens.* In einer geöffneten Blüthe fand ich circa 50—55 Pappus-Körper, von welchen etwa 35—40 einem inneren Wirtel gehören. Der Kelchwulst ist sehr schwach, wenn die Pappus-Bildung an seinen oft genau vor den Staubblättern liegenden Ecken beginnt und von diesen Stellen ausgehend allmälig die Zwischenräume ausfüllt. Die Glieder des inneren Wirtels stehen wie bei den vorigen gar nicht immer genau auf derselben Höhe; stellenweise wird deutliche Alternation beobachtet, indem jedes zweite etwas niedriger inserirt ist. An den Ecken ist die Bildung der Pappus-Körper fortwährend am lebhaftesten, und hier entstehen auch vorzugsweise die, welche ausserhalb des ersten Wirtels gestellt sind. Die an den Ecken stehenden sind auch lange Zeit von bedeutenderer Grösse als die übrigen.

Aster Tripolium hat ebenfalls mehr wie einen Wirtel, wenn überhaupt von Wirtel die Rede sein kann. Erst wird ein schwacher, un-

gefähr gleich kräftiger Ringwulst gebildet. Ich habe gesehen, dass demnächst eine Menge Pappus-Körper fast gleichzeitig angelegt wird, mit ungleichen Divergenz-Winkel. Nach ihnen entstehen andere, die entweder interkalirt werden, oder sich ausserhalb jenes stellen, und in letztem Falle gewöhnlich mehr oder weniger in Alternation mit ihnen, und sich mehr oder weniger weit zwischen ihnen einschieben, je nachdem der Platz ist. Es ist daher hier, wie an den meisten anderen Stellen, schwer zu sagen, wie viele Glieder man zu einem Wirtel zusammenfassen soll. Endlich kommen noch mehr nach aussen und noch mehr unregelmässig andere hervor. In entfalteten Blüthen fand ich circa 47—50, aber viele andere Zahlen werden gewiss gefunden werden können bei Untersuchung einer grösseren Menge von Exemplaren.

Linosyris schliesst sich *Aster* an.

Solidago virga aurea bietet ein anderes Beispiel der im Vorhergehenden besprochenen Regelmässigkeiten und Unregelmässigkeiten. Es kommt vor, dass der schwache oder noch nicht ringsherum angelegte Kelchwulst ganz unregelmässig gestellte, pappustragende Ecken entwickelt (7, 34); es kommen aber auch ganz regelmässige Stellungen von fünf der ersten Pappus-Körper vor (7, 35), wonach die erst intercalirten hinstreben sich genau in den Zwischenräumen zu stellen. Die Unregelmässigkeiten sind aber die häufigsten. Die nachfolgenden Pappus-Körper werden theils zwischen den erst gebildeten interkalirt und bilden mit ihnen einen 18—22-zähligen Wirtel; theils stellen sie sich mit ihnen mehr oder weniger genau alternirend in äusseren Wirteln. Ein vorzügliches Präparat ist 7, 36 abgebildet; es zeigt, wie unmöglich es ist, wenn die Pappus-Bildung etwas vorgeschritten ist, irgend welche bestimmte Zahl und Ordnung in der Stellung nachzuweisen.

Hieracium verhält sich der vorigen ähnlich; erst werden 5(—6) Pappus-Körper an den starken Ecken des Kelches erzeugt, deren Stellung bisweilen recht regelmässig ist (9, 9, 10, 11); dann werden andere auf dem inzwischen deutlicher sich erhebenden verbindenden Wulst interkalirt und basipetal angelegt. Wenn es die Stellung der umgebenden Blüthen verhindert, wird der Wulst und die von ihm getragenen Pappus-Körper bisweilen lange an ganzen Strecken retardirt (9, 10, 12 bei *x*). In Fig. 12 sind die längsten und ältesten durch

den Schnitt durchgeschnittenen Pappus-Körper mit Kreuz bezeichnet. Sie stehen an den noch deutlich vorspringenden Ecken des Kelches, und an einer von diesen hat sich schon ein Pappus-Körper ausserhalb der anderen gebildet, während die ganze Seite bei 5 völlig retardirt ist, und die nächststehenden, punktirt angedeuteten Pappus-Körper eben nur ganz niedrige Zellhügel sind. In dem der Corolle sich anschliessenden Wirtel zählte ich bei *H. umbellatum* und *Pilosella* 19—25 Glieder. Ausserhalb dieser werden andere angelegt, die sich so weit möglich in Alternation mit ihnen stellen (9, 13, die eine Ecke des Kelches mit ihren Pappus-Körpern darstellt).

Ein ähnliches Diagram wie *Hieracium* hat *Jnula Helenium* nach Reichenbachs Icones florae Germ. l. 921.

Von *Picris laciniata* kenne ich die jüngsten Entwickelungszustände nicht. Später fand ich 17—20 kräftige Pappus-Körper in einem inneren Wirtel und eine Anzahl ausserhalb dieser gestellter, die mit ihnen mehr oder weniger alterniren.

Callistephus chinensis wird nach Köhne's Darstellung (l. c. 30) wohl hieher zu führen sein: »es erheben sich wenige, verhältnissmässig grosse Höcker, der Zahl nach mehr als fünf und von ziemlich unregelmässiger Stellung«. Nachher werden andere zwischen ihnen eingeschaltet (ich fand in der ersten Reihe circa 20—22), und mehr nach aussen entstehen, besonders an den Ecken, andere.

Cichorium dürfte hier passend einen Platz finden. Nach Lund hat *C. Endivia* eine »aigrette membraneuse et laciniée« die einen »anneau fermé« bildet, ganz wie bei *Leucanthemum* (Essai sur l'unité). Ich habe aber folgendes gefunden: Der Kelch ist (bei *Cichorii* sp.) als Ringwulst angelegt, ehe Pappus-Körper auftreten [1]; er ist eckig wie bei vielen anderen Gattungen. Wenn die kurzen schuppenförmigen Pappus-Körper angelegt werden, sind die Ecken bevorzugt (9, 27, 28). Bei *C. Endivia* zählte ich circa 46—48 in erster Reihe. Im Ganzen werden ungefähr 2 Reihen gebildet.

Hier werden wir am besten eine Anzahl Gattungen besprechen, die wie die vorhergehenden stärkere, mehr borstenartige Pappus-Körper haben, aber darin abweichen, dass eine grössere Regelmässigkeit in

1) Vergl. auch Payer, Organog. t. 133 (*Cichorium Intybus*).

der Stellung auch. der später angelegten, nicht nur der sich genauer zu einem Wirtel zusammenschliessenden gewöhnlich in der Fünfzahl zuerst angelegten, sich ausspricht. Sie haben alle Pappus-Körper, die starke subepidermale Bildungen sind, und die ersten werden sehr früh an der Axe selbst angelegt, nicht nur ehe ein Ringwulst vorhanden ist, sondern bei einigen selbst bevor sichere Spuren der Krone existiren. Da die erst angelegten fünf recht oft genau vor den Kronblattzwischenräumen stehen, haben wir hier Glieder, die in Stellung und Entwickelung den ächten Kelchblättern näher kommen, als die früher erwähnten.

Tragopogon eriospermus. Die abgebildeten Längs- und Querschnitte (**3**, 1—14) zeigen, dass fünf konische Körper angelegt werden, ehe ein ringsum gebildeter Kelch existirt. Diese fünf Körper, die, wie Fig. 4 und 15—18 zeigen, direct in die ersten 5 Pappus-Körper auswachsen, sind nicht immer gleich gross, ja es kommen Fälle vor, wo die eine Seite einer Blüthe der anderen gegenüber sehr retardirt ist: **3**, 3, was von dem Drucke der umgebenden Blüthen abhängig ist. Sie liegen mit grosser Bestimmtheit vor den Staubblättern: **3**, 3, 4, 15, 16, 18b, 19, 20, 21, und die Abweichungen hiervon sind nur klein. Sie werden durch eine Wulstbildung (**3**, 5, 6, 4, 15, 16) an ihrem Grunde vereinigt, und sind schon recht gross geworden, ehe andere auf diesem Wulste sich erheben (**3**, 4, 15, 16). In der Entstehung dieser herrscht aber keine bestimmte Ordnung; in den Zwischenräumen zwischen je zwei der primären finden wir in derselben Blüthe bald zwei gleich grosse: Fig. 18b, bald drei gleich grosse: Fig. 18a; bald drei, von denen die mittlere die grösste ist und die seitlichen gleich gross: 18b; bald stehen diese drei auf gleicher Insertions-Höhe, bald ist der mittlere höher oder (was das häufigste ist) niedriger inserirt als die lateralen: **3**, 19, 20, 21. Bisweilen ist keiner von diesen Fällen genau vorhanden. Die Regel, die sich aus diesen Variationen vielleicht abstrahiren lässt, ist am nächsten die: nach den 5 ersten, wird ein Wirtel von 10, dann einer von 5 mit jenem ersten genau alternirend angelegt (a, b, c Fig. 21), und diese drei Wirtel schliessen sich mehr oder weniger genau zusammen, dass fast einer gebildet wird; dieser sollte also aus 20 Pappus-Körpern bestehen, erreicht in der That aber selten, wie es scheint, diese Zahl, und die Divergenzen zwischen den Gliedern werden ungleich. Nach diesen ersten Pappus-Körpern werden

andere deutlicher basipetal angelegt; in ihrer Folge herrscht noch grössere Unregelmässigkeit; man wird sie in Fig. 19, 20, 21 an den Ausbuchtungen der Peripherie erkennen. In Fig. 20 sind die Seiten *m - n - o - p - q* bezeichnet; aus *m* könnte man schliessen, dass ein 10-zähliger Wirtel (*d - d*) enstehen sollte, dessen Glieder paarweise am Grunde der fünf primären *(a)* stehen; aus *n* dasselbe, denn der mittlere, den zwei lateralen gleich starke, dürfte vielleicht als mit *c* homolog betrachtet werden; an *o* erhält man aber ein anderes Bild; an *p* dasselbe wie bei *n*, und an *q* wieder ein etwas verschiedenes. Man sieht hieraus sowie aus den Fig. 19 und 21, dass diese äusseren überall nach Alternation mit den schon existirenden hinstreben, und dass die wahrscheinlich typische Entstehungsfolge die sein würde, dass die Glieder der 4. 10-zähligen Wirtel *d - d* paarweise am Grunde der ersten Pappus-Körper entstehen sollten, welche Folge aber vielfach perturbirt wird. Fig. 18a zeugt für dasselbe, und ausserdem scheint hieraus hervorzugehen, dass der 5. Wirtel (mit * * bezeichnet) ein zehnzähliger sein soll, dessen Glieder mit *b* und *c* alterniren. Danach würde die ganze Folge diese sein: 5 + 10 + 5 + 10 + 10, das ist: genau dieselbe, die ich für die Stacheln von *Agrimonia Eupatoria* gefunden habe[1]), nur mit der Ausnahme, dass die 5 primären bei dieser Pflanze vor den Kelchblattzwischenräumen stehen, bei *Tragopogon* an dem Platze (Spitze) der Kelchblätter selbst. Wenn ich aber in Betracht nehme, dass der Cyclus der Wirtel bei den unten besprochenen Gattungen *Scorzonera* u. s. w. fast durchgehend so anfängt 5 + 5 + 10 + . . ., so dürfte man vielleicht auch denselben für *Tragopogon* zu Grunde legen.

Wie erwähnt sind die fünf primären schon recht lang, ehe die anderen, die einander mehr gleich werden, zum Vorschein kommen. Dieser Gegensatz dauert fort und lässt sich selbst in dem Pappus der reifen Frucht erkennen (3, 17, aus einer jungen Blüthe); die fünf primären sind die längsten, und haben ausserdem nackte Spitzen, während ihr unterer Theil, sowie alle anderen ganz haarig sind (worüber auch oben gesprochen wurde). Ich habe an einer anderen unbestimmten Art des hiesigen Gartens beobachtet, dass sowohl die von den 8 Involucral-Blättern gestützten Blüthen, als auch die nächst folgenden nur

1) Sur la différence entre les trichomes etc. »Videnskabelige Meddelelser« des naturhistorischen Vereins zu Kopenhagen, 1872, pg. 181, Fig. VI u. VII.

5 starke, steife, am Grunde etwas, flache bis $^1/_2$ mm. breite Pappus-Körper haben, die kurz gezähnt sind, sonst ganz nackt; alle andere fehlen. Die Stellung dieser fünf ist, so weit es sich aus fast blühenden Exemplaren ersehen lässt, genau die der nach $\frac{2}{5}$ orientirten Kelchblätter. Sie sind gewöhnlich ungleich lang, und die zwei vorderen sind kürzer als die hinteren, was besonders für die äussersten Blüthen gilt, und daher vielleicht aus dem Drucke des Mutterblattes sich erklären lässt.

Die inneren Blüthen des Köpfchens haben viele (35—40) gefiedert-haarige Pappus-Körper; der Uebergang von jenen peripherischen zu diesen geschieht gewöhnlich plötzlich; aber bisweilen lassen sich doch vermittelnde Formen auffinden, indem kleine und dünne Pappus-Körper zwischen den noch deutlichen grossen auftreten. Ich habe z. B. folgende Fälle aufgezeichnet:

1) ein 6. kleiner Pappus-Körper tritt zwischen einem der vorderen und einem der lateralen primären auf;

2) ein ähnlicher in der Mediane zwischen den zwei vorderen, was öfters beobachtet wurde;

3) Fall 2 und 3 combinirt, wodurch 7 Pappus-Körper vorhanden waren, und zugleich ist zu bemerken, dass der zwischen die hinzukommenden liegende primäre sehr dünn und klein geworden ist. Dieser Fall auch öfters gesehen;

4) eine grössere Anzahl, z. B. 8 äusserst dünne haarförmige Pappus-Körper sind zwischen den 5 primären eingeschaltet; diese waren dünner als gewöhnlich, aber noch als die 5 primären deutlich zu erkennen. Hier und da sitzt einer der eingeschalteten deutlich auf dem Grunde eines der primären;

5) endlich wird die Zahl der hinzukommenden sehr gross und gleichzeitig werden die 5 primären ihnen so gleich, dass sie sich nicht mehr von ihnen unterscheiden lassen.

Scorzonera hispida scheint sich wie *Tragopogon* zu verhalten; dagegen weicht *S. villosa* etwas ab. Bei beiden treten als Regel fünf starke, breite Pappus-Körper vor den Staubblättern hervor (**3**, 25); Ausnahmen kommen vor (**3**, 24, wo zwei Pappus-Körper in einen zusammengeschmolzen scheinen). Die Bilder: 26—29 und 30 werden zeigen, dass die Längenunterschiede zwischen den fünf primären und den nachfolgenden geringer sind, als bei *Tragopogon*; ferner dass die

Entstehungsfolge der Pappus-Körper eine andere ist; nach ihrer Folge sind sie *a - b - c - d - e* bezeichnet; *a - a* sind die primären; nach ihnen wird ein alternirender 5-zähliger Wirtel *b* angelegt; dann ein 10-zähliger *c - c*, dessen Glieder paarweise am Fusse der primären stehen; dann ein 10-zähliger, *d - d*, mit seinen Gliedern paarweise am Fusse des *b*-Körper; endlich ein 10-zähliger, *e - e*, am Grunde von den primären, mit ihnen und dem Wirtel *c - c* alternirend. Die Folge ist also: 5 + 5 + 10 + 10 + 10. Kleinere und grössere Unregelmässigkeiten kommen vor, vergl. **3**, 28.

So gross wie bei *Tragopogon* und *Scorzonera* ist die Regelmässigkeit bei wenigen anderen Gattungen.

Galinsoga parviflora. In der entfalteten Zwitterblüthe fand ich 16—21 Pappus-Körper (**2**, 24), in der weiblichen weniger. Der Kelch ist ein sehr schwacher Wulst, wenn die Pappus-Bildung beginnt, und es ist möglich, dass die ersten Pappus-Körper sogar selbstständig an der Axe entstehen. Aus dem Vergleiche einer Anzahl Präparate ging folgende Entstehungsfolge hervor: 5 Pappus-Körper vor den Kronblattzwischenräumen (*a*, Fig. 28, Taf. 2), 5 vor den Kronblättern (*b*, Fig. 28), 10 mit diesen 10 ersten alternirend *(c)*. Damit sind 20 Pappus-Körper angelegt worden; da die Divergenzen oft ungleich sind, entstehen bald Unregelmässigkeiten: **2**, 29.

Sogalgina triloba weicht von *Galinsoga* dadurch ab, dass die Pappus-Körper mit grösserer Gleichzeitigkeit angelegt werden, daher die Grösse-Differenzen der entwickelteren Pappus-Körper auch gering sind (**3**, 33, 34, 35). Die Entstehungsfolge ist: 5+5+10, die in einen Wirtel vereinigt werden: der 20-zählige innere Kreis in **3**, 35. Es geht aber aus der Figur hervor, dass die Divergenz-Winkel ungleich sind. Die anderen werden ausserhalb dieser angelegt, da wo Platz ist: in den grössten Zwischenräumen, und in Alternation mit ihnen; wo zwei oder drei nah an einander stehen, wird kein Pappus-Körper mit ihnen alternirend angelegt, jedenfalls nicht eher als der Kelch sich bedeutender entwickelt hat (**3**, 35 bei * *; 15 sind ausserhalb den 20 ersten sichtbar). Im ersten Wirtel wird die Zahl 20 oft nicht erreicht wegen eintretender Perturbationen (vergl. Buchenau, Senckenb. 120).

Volutarella (**3**, 38) verhält sich etwa wie *Sogalgina*. Die Folge ist: 5*(a)* + 5*(b)*, die fast gleichzeitig entstehen, + 10*(c)*, die auch fast auf einer Zeit angelegt werden. Alle diese 20 schmelzen in einen

Wirtel zusammen. Die Figur zeigt ferner, dass kleine Körper in einem zweiten äusseren mit diesem alternirenden Wirtel fast zu einer Zeit angelegt werden.

Hypochaeris radicata (9, 19—23). Entweder werden die Staubblatt- und Kronblattborsten (*a* und *b*) etwas nach einander angelegt (Fig. 22), oder das Zeit-Intervall der Anlegung wird verschwindend klein, und ein 10-gliedriger Kreis wird simultan gebildet (3, 20). Nach diesen 10 entsteht alternirend ein anderer 10-gliedriger Kreis (*c* in Fig. 21 und 23); da aber die Divergenzen zwischen jenen ersten oft etwas ungleich sind, werden sie es in noch höherem Grade zwischen diesen, und bei den basipetal nachfolgenden, die sich alternirend mit *c* - *c* zu stellen suchen (*d* - *d* Fig. 23), steigern die Unregelmässigkeiten sich noch mehr, sowohl was Divergenzen der Winkel als Zeit der Anlegung betrifft.

Cirsium palustre. Lund sagt (Anticritique, pg. 16): »Comme exemple intéressant des Composées avec aigrette en verticilles à 5 éléments ou au dessus, et chez lesquelles, dans le verticille le plus élevé, apparaissent premièrement les 5 rayons qui alternent avec les 5 pétales, je puis encore citer le *Cirsium palustre.*« (Die anderen die er (nach Köhne) citiren zu können glaubt, sind: *Carduus crispus, Taraxacum* u. a.; über seine Weise die Autoren zu benutzen siehe weiter unten). Diese Worte sind so gesetzt, dass man kaum sehen kann, welche Meinung er eigentlich hat; doch scheint es, dass man eine grosse Regelmässigkeit erwarten muss. (Im dänischen Texte lauten sie anders). Die ersten Pappus-Körper werden auf der Axe selbst angelegt, ehe noch die Krone bestimmt nachzuweisen ist (2, 5), und sie sind schon gross, wenn verbindende Wülste zwischen ihren Füssen entstehen (2, 6). Bisweilen stehen sie, wie Lund sagt, sehr regelmässig; Fig. 8 zeigt den Kelch einer jungen, peripherischen Blüthe in seinem Werden; die Ecken des in diesem Falle, wie es scheint, etwas anders als bei den inneren Blüthen sich entwickelnden Kelches sind wie in einem gewöhnlichen $\frac{2}{5}$ Kelch orientirt; in 2, 6, 7, 10, 13, 14 stehen die fünf primären Pappus-Körper (in 10—14 wie gewöhnlich mit *a* bezeichnet) ziemlich genau vor den Staubblättern, und dasselbe wird wohl auch mit 12 der Fall sein; doch kommen Unregelmässigkeiten vor, wie z. B. 13 und 10—11 zeigen. Selbst wenn bei den nächst folgenden Pappus-Körpern eine Entstehungsfolge von 5(*b*) mit *a* alternirend,

dann 10(*c*) mit diesen 10 ersten alternirend sich ableiten lässt (vergl. besonders 2, 13), so sind die Unregelmässigkeiten dennoch bedeutend und zwar von Anfang an (2, 7, 10, 11, 12, 13, 14). In den noch hinzukommenden ist die Ordnung noch geringer, weil sie sich in ihrer Stellung sowohl den vorhergehenden Körpern, als den benachbarten Blüthen anpassen müssen.

Cirsium arvense. Die Stellungsverhältnisse sind unregelmässiger als bei voriger Art, wozu ich den Grund nicht anzugeben vermag. Um zu zeigen, wie die Stellung der ersten 5 Borsten von der Stellung der umgebenden Blüthen hier (wie überall) abhängig ist, habe ich ein Präparat Taf. 1, Fig. 23 abgebildet. Die mittlere Blüthe hat fünf starke konische Körper angelegt, die ich, wie ich später zeigen werde, den fünf Kelchblättern homolog betrachten muss; nur einer steht fast genau vor einem Staubblatte; denn die umgebenden Blüthen erlauben es den vier anderen nicht, und diese sind daher verschoben worden; wäre nur das Hinstreben nach Benutzung des Raumes das einzig Massgebende, so würde sich wohl Ein breiter Körper an der oberen Seite der Blüthe entwickelt haben, gerade vor dem leeren Raume; jetzt stehen aber zwei Körper seitlich da, denn die Blüthe hat eine geerbte Neigung, fünf Pappus-Körper (vor den Staubblättern) hervorzubringen, und die müssen sich denn in ihrer Stellung nach den umgebenden Blüthen richten. Ebenso geht es deutlich aus den abgebildeten Theilen der umgebenden Blüthen hervor, dass die Pappus-Körper zuerst dort zur Entwickelung kommen, wo der Raum am besten es erlaubt. Zwischen den gewöhnlich also in der 5-Zahl zuerst angelegten Pappus-Körpern werden auf dem inzwischen entwickelten verbindenden Wulste andere eingeschaltet; hier einer, dort zwei oder mehrere zwischen je zwei der primären, je nachdem Raum vorhanden ist. Bisweilen findet man eine ganze Blüthenseite wegen des Druckes ganz retardirt: in 1, 25 ist die linke Seite (bei *) den anderen Theilen gegenüber weit zurück, denn der Kelchwulst fehlt zum Theil oder ist jedenfalls sehr niedrig, und die Pappus-Körper treten eben vor [alle punktirte Kreise bezeichnen eben entstehende Pappus-Körper; die mit *a*-*a* bezeichneten sind die ältesten und grössten]. In der Entstehungsfolge der später gebildeten Pappus-Körper habe ich keine andere Regel finden können als die: da wo am besten Platz ist, kommen sie gewöhnlich zur Entwickelung. Taf. 1, Fig. 24, 25 und 26 zeigen Theile junger Kelche, die noch in

Pappus-Bildung lebhaft begriffen sind; in 24 bezeichnen die Buchstaben verschiedene Höhe (und Alter) der Pappus-Körper, in 26 verschiedene Insertions-Zonen. Diese Figuren werden zur Illustration der Stellungsverhältnisse hinreichen. Wenn man junge Blüthen von der Seite betrachtet, so entdeckt man bisweilen recht regelmässige Stellungsverhältnisse (2, 1), dreht man sie aber um und betrachtet sie von einer anderen Seite, so erhält man oft andere Stellungsverhältnisse zur Sicht. Querschnitte, welche die Stellungsverhältnisse zu überblicken erlauben, sind deshalb immer vorzuziehen.

Cirsium lanceolatum schliesst sich nahe an *C. arvense.*

Carduus crispus. Nach Köhne (l. c. 31) »entsteht sehr häufig, wenn auch mit Ausnahmen, zuerst vor jeder Commissur der Blumenkrone ein einzelnes dickes Haar, dem bald andere Haare in den Zwischenräumen nachfolgen«. Das ist völlig richtig. Die fünf ersten Pappus-Körper werden isolirt gebildet (2, 19, die eine Blüthe mit Bractee und dem hinteren Pappus-Körper in Längsschnitt darstellt); Beispiele von ihrer Stellung sieht man aus 17 und 18; an beiden ist die perturbirende Wirkung der umgebenden Blüthen sichtbar. Später findet man im ersten Wirtel 15—18 Glieder ohne bestimmte Divergenzen (2, 23), und die basipetal nachfolgenden stellen sich, so weit möglich, in Alternation mit ihnen.

Diese letzten Pflanzen gehörten vorzugsweise dem oben besprochenen *Cirsium-Tragopogon*-Typus an und werden also durch zwei verschiedene Banden verknüpft.

Höchst wahrscheinlich wird man bei vielen anderen Gattungen mit dickeren Pappus-Körpern ähnliche Regelmässigkeiten in den Stellungsverhältnissen finden; da ich sie aber nicht habe untersuchen können, kann ich Näheres über sie nicht sagen. Solche Gattungen dürften z. B. *Alagopappus* (vergl. Buchenau, Bot. Ztg. und Hook. et Benth. Genera p. 333), *Nicolletia* (Buchenau ibid., Hook. et Benth. p. 409), *Hochstetteria* (Hook. et Benth. p. 492, De Candolle Mém. Compos. tab. 6) u. s. w. sein.

C. Von diesen letztbesprochenen Gattungen mit vielen, aber starken und dickeren Pappus-Körpern wende ich mich zu einer anderen Gruppe, die fast mit dem oben erwähnten *Senecio-Lactuca*-Typus zusammenfällt: den mit vielen haarförmig dünnen Pappus-Körpern versehenen. Eine Uebergangsform bildet *Sonchus*, der, wie oben erwähnt,

zwei verschiedene Pappus-Formen hat: dünnere und stärkere; die anderen Gattungen sind z. B.: *Senecio, Ligularia, Mulgedium, Cineraria, Lactuca, Taraxacum*[1]).

Sonchus. Der Kelch bildet sich von Anfang an stärker an einigen (gewöhnlich 5) Punkten als an anderen aus, die aber durchaus nicht immer regelmässig liegen, ja bisweilen sogar sehr unregelmässig: der Druck der umgebenden Blüthen ist das Bestimmende (6, 1, 2, 3). An den Kelchecken entstehen die ersten grossen Pappus-Körper (*a* in Fig. 2 ist ein etwas niedergedrückter Pappus-Körper), oder, wenn die Ecken klein sind, würde man vielleicht sagen können: sie setzen sich in die Pappus-Körper fort. Zwischen den primären bilden sich andere, bis so viele entstanden sind, als auf dem Kelchwulste in einem Wirtel Platz finden können; ich zählte z. B. bei *Sonchus arvensis* 15—19, am häufigsten 16 und 17; bei *S. palustris* 18—22, am häufigsten 19 (6, 5, wo 17, und 7, wo 19 angelegt sind); die Divergenzen sind wie gewöhnlich ungleich. In Fig. 7 habe ich Theile von einer Nachbarblüthe mit abgebildet (bei x), um zu zeigen, wie ihre Glieder auf die Stellung

1) Ueber einige von diesen heisst es bei Lund (Anticritique, pg. 18): »Il était facile précédemment de citer des exemples d'une grande variation dans le nombre des rayons d'aigrette, par ex. chez les genres *Sonchus, Senecio, Lactuca* etc. (conf. Buchenau). Aujourd'hui, on ne peut plus renvoyer à ces genres, comme il a été constaté que les rayons d'aigrette y sont fasciculés, c'est à dire que chacun d'eux se compose d'un tronc principal qui porte un nombre très variable de rayons secondaires (voir: »Le calice des Composées, p. 141—156); cette disposition est surtout marquée chez les genres *Sonchus* et *Antennaria.* La meilleure preuve que les rayons d'aigrette sont réellement fasciculés, c'est que le tronc seul, qui occupe le centre de chaque faisceau, vient se ranger dans la série régulière des métamorphoses que subit l'aigrette *(Cirsium — Cineraria);* on peut d'ailleurs le constater par l'organogénie, même chez des genres comme le genre *Senecio*«. Wir werden also fasciculirte Pappus-Körper erwarten können, welche durch verschiedene abweichende, neue Verhältnisse der Untersuchung einen gewissen Reiz geben können, denn durch diese Entdeckung Lunds werden die früher von Buchenau und Anderen als mit unregelmässig, höchst unordentlich gestellten Pappus-Körpern begabt gehaltenen Gattungen zur Regelmässigkeit zurückgeführt, und wer sollte sich nicht darüber freuen. Misslich ist es nur, dass Verf. uns darüber keine genaue Aufschlüsse gibt, welche regelmässige Stellung die Pappus-Körper denn eigentlich haben: ob etwa nur 5 vor den Staubblättern stehende, verzweigte Pappus-Körper bei *Sonchus* u. s. w. vorhanden sind oder wie.

und den Entwickelungsgrad der abgebildeten Einfluss gehabt haben. Wenn die grossen Emergenzen angelegt sind, fängt die Bildung der haarförmigen an. An den noch sehr deutlichen und hervorspringenden Ecken (6, 4 7) treten die ersten auf, — denn dort ist der beste Platz, und, indem sie den vorhandenen Platz ausfüllen, occupiren sie nach und nach die zwischenliegenden Theile des Kelchs; ein Studium der, überall und so auch hier, sorgfältig gezeichneten Diagramme wird dies zeigen. Zuletzt trägt der Kelch einen inneren Wirtel von dicken und ausserhalb dieses eine ungeheure Menge von haarfeinen Pappus-Körpern, in deren Stellung es mir nicht möglich gewesen ist, irgend welches bestimmte Stellungsverhältniss nachzuweisen[1]). Von Wirtelstellung kann höchst uneigentlich die Rede sein.

Senecio vulgaris und *viscosus*. Der Kelch ist ringsum als ein schwacher Ringwulst angelegt, wenn die Pappus-Bildung beginnt; er hat deutliche Ecken in der gewöhnlichen Zahl und Stellung (5, 26); die Pappus-Bildung beginnt an den Ecken (5, 27), greift von da ab nach den Seiten hin um sich, ist aber immer in grösserer Fülle an den Ecken vorhanden, als an den schmaleren Seiten (5, 28—31). Die Pappus-Körper entstehen vorwiegend in basipetaler Folge, aber auch können sie mitten zwischen älteren geboren werden, worauf Dr. Magnus mich zuerst aufmerksam machte; *i* in Fig. 31 ist auf diese Weise eingeschaltet. Das Resultat ist eine Menge sehr unordentlich gestellter. Pappus-Körper; unmittelbar an der Krone stehen etwa 20—30. (Ueber *Senecio* vergl. Köhne, p. 29.)

Auch bei den folgenden Gattungen ist der Kelch als ein eckiger Ringwulst gebildet, ehe die Pappus-Körper erscheinen.

Bei *Taraxacum vulgare* fand ich recht starke Ecken, und oft standen sie regelmässig vor den Staubblättern, bisweilen kamen Unregelmässigkeiten vor, wie in 6, 31, wo die zwei, wie es scheint, in einen verschmolzen sind. Wie bei den vorigen sind die Ecken Aus-

---

1) Ich habe nicht finden können, dass dieses Verhältniss mit dimorphem Pappus bei *Sonchus* bekannt gewesen ist; selbst Buchenau scheint es nicht zu kennen. Die Arbeit von Licopoli: »Sulla organogenia degli pappi e degli altri organi fiorali nel *Sonchus oleraceus*« kenne ich nur aus der Revue in dem Bulletin de la Société botan. de France 1869, Vol. 16; sie ist offenbar in besonders wichtigen Punkten unrichtig und unvollständig.

gangspunkte der Pappus-Bildung (cfr. Köhne, l. c. 30—31), und schliesslich ist der ganze eckige Kelchwulst mit einer unordentlichen Menge von Haaren dicht bedeckt (6, 32). Einschaltung zwischen alte fand ich nicht.

Ein Beispiel ähnlicher Stellungsverhältnisse bietet das von *Cineraria* abgebildete Präparat: 5, 36. Vor dem Staubblatte, dessen Platz durch *st* markirt ist, ist der Kelchwulst ein wenig dicker, und die Zahl der Pappus-Körper grösser. In ihrer Stellung ist nur das Regelmässige zu entdecken, dass sie sich, so weit möglich, in Alternation mit einander zu stellen suchen. Die Pappus-Bildung nimmt ihren Ausgang von den Ecken des schwach ausgebuchteten Kelchwulstes.

Die beiden Gattungen, bei welchen ich divergirende Entwickelungsfolge und besonders deutlich Einschaltung (Intercalirung, Interponirung) von Pappus-Körpern mitten unter den älteren beobachtete, sind *Lactuca* und *Lappa*, die erste mit haardünnen, schneeweissen, die zweite mit kurzen steifen.

Lappa. Aus 4, 1—4 und 8*a*—*c* geht hervor, dass der Kelch nicht gleichzeitig ringsherum angelegt wird, und als ein grosser scharf abgesetzter deutlich ausgebuchteter Wulst gebildet ist, ehe Pappus-Körper in Menge auf ihm hervorsprossen. Die Ecken des Kelchs entsprechen in den gezeichneten Fällen den Kronblattzwischenräumen, was aber doch nicht immer der Fall ist; denn die Stellung der fünf Ecken sind, wie gewöhnlich, von dem Drucke der Umgebungen abhängig: 4, 9. Wenn die Pappus-Bildung beginnt, sind die Ecken bevorzugt: dort wird der Anfang gemacht (4, 8d), und zwar auf dem höchsten (am freiest gelegenen) Rande des Wulstes (4, 12, 13): nach und nach kommen aber Pappus-Körper in grösster Unordnung akropetal (auf der inneren Seite des Wulstes) sowohl als basipetal (auf der äusseren Seite) zum Vorschein, und zugleich entstehen einige mitten zwischen den älteren; als Illustration hiervon können dienen Taf. 4, 7 (radialer Längsschnitt), 22 (eine Partie Pappus-Körper von aussen betrachtet; die punktirten liegen hinter den anderen), 23, 24 und 25, (in welchen die jüngsten, kaum halbkugelförmigen Pappus-Körper durch punktirte Kreise angedeutet sind, während die ältesten in 23 und 24 mit Kreuz bezeichnet sind).

Lactuca. Radiale Längsschnitte durch Kelchwülste sind in 6, 19 und 21 abgebildet; es geht aus ihnen hervor, dass auch hier der Kelch-

wulst sehr stark entwickelt ist, und in noch höherem Grade in Gegensatz zu den Pappus-Körpern tritt, weil diese Epidermis-Bildungen sind. Ecken treten an ihm nur schwach hervor, doch sind die vor den Staubblättern liegenden Seiten oft etwas dicker. Der Anfang der Pappus-Bildung wird daher auch nicht so deutlich an bestimmten Stellen gemacht. Dass auch hier Pappus-Körper in akropetaler Folge angelegt werden, geht aus 6, 21 hervor, wo *a* eben in Entstehung begriffen ist. Wird der Kelch mit seinem Pappus in Blüthenquerschnitten von oben betrachtet, so zeigt sich eine vollkommen ordnungslose Masse von Pappus-Körpern, wo auch deutlich junge rings herum zwischen älteren zum Vorschein kommen. Ein Theil eines solchen Kelchwulstes ist in 6, 25 abgebildet; *n* und *o* sind eben sich erhebende Pappus-Körper und ebenso wie *p* in Scheitelansicht gezeichnet; die nicht punktirten sind schon lang und durch diese Einstellung in optischem Querschnitt abgebildet.

Sucht man nach einem Grunde, warum die sonst als Regel geltende basipetale Entstehungsfolge (von Intercalirung in einer Reihe muss abgesehen werden) hier Ausnahmen erleidet, so kann ich keinen anderen, aber wie ich glaube auch genugthuenden finden, als den: die Grösse des Kelchwulstes und der Umstand, dass er von der Krone ungewöhnlich weit absteht (vergl. 4, 12, 13 und 6, 19) in Verbindung mit der jedenfalls bei *Lactuca* und *Senecio* sehr geringen Dicke der Pappus-Körper, also: die räumlichen Verhältnisse.

Fasciculirte oder mit Lateral-Haaren versehene Pappus-Körper fand ich nicht; die obenstehende Beobachtung von Lund ist wohl eine Phantasie. Es würde aber unbillig sein, nicht das Richtige, das er bringt, zu schätzen; das Richtige ist, dass die Gattungen *Sonchus*, *Senecio*, *Cineraria* u. s. w. Pappus haben.

D. Schliesslich muss ich noch die *Centaurea*-Arten erwähnen.

Centaurea Jacea hat gar keinen Pappus, aber zwei niedrige, unregelmässig gewellte Wülste, von denen die innere weit kleiner als die äussere ist. In Payers »Organogénie de la fleur« Pl. 134 wird sie nichts desto weniger mit recht schönen, kräftigen und ziemlich regelmässig gestellten Pappus-Körpern abgebildet; Payer wird wohl einen falschen Namen beigeschrieben haben. Hofmeister (Allgem. Morphologie I. 468) acceptirt Payers Fehler und verbessert die Pflanze, indem er, auf Payers Figur nachzählend, schreibt: »der 10-gliedrige

(Wirtel) der *Centaurea Jacea*«, und von ihm geht der Fehler weiter zu Lund über; doch hat dieser hier keine histiologische Entwickelungsgeschichte der Pappus-Körper geliefert.

Centaurea Cyanus (8, 31, 32). Der Kelchwulst bildet sich zuerst, ist aber noch schwach, wenn die Pappus-Bildung anfängt; auch habe ich keine oder nur höchst unbedeutende Ecken an ihm bemerkt. In Uebereinstimmung hiermit werden wohl alle circa 23—30 Glieder des erst gebildeten Pappus-Wirtel fast gleichzeitig angelegt und zeichnen sich durch fast gleiche Grösse aus: 8, 31, 32. Etwas nach ihnen wird ein innerer Wirtel erzeugt, dessen Körper sich später zu den kleinen mehr oder weniger zweilappigen Schuppen ausbilden, welche von verschiedenen Botanikern als mit den anderen nicht homolog betrachtet worden sind (vergl. Buchenau, Senckenb. 122). Diese Schuppen werden etwa in derselben Zahl, wie die Pappus-Körper des ersten Wirtels, angelegt und alterniren mehr oder weniger genau mit ihnen (8, 32). Ich habe auch Präparate gesehen, aus welchen ich schliessen muss, dass diese Schuppen-Wirtel vor oder gleichzeitig mit dem anderen entstehen können. Zwei, drei Wirtel bilden sich ausserhalb dieser, in basipetaler Folge, und mit etwa gleichzeitiger Entstehung der Pappus-Körper innerhalb jedes Wirtels; das Hinstreben nach Alternation ist ungemein deutlich, eben weil die Wirtel-Bildung ungemein regelmässig ist.

Centaurea Scabiosa (9, 25, 26). Ein Ringwall ist gebildet, ehe die Pappus-Bildung beginnt; dieser Kelchwulst ist unregelmässig 5-eckig. Der Schuppen-Wirtel entsteht zuerst, alle anderen in basipetaler Folge. Im zweiten und dritten Wirtel fand ich 40—50 Glieder, im ersten etwa halb so viel; doch ist es schwierig, die Zahlverhältnisse genau zu ermitteln.

(Ueber *Centaurea* vergl. Buchenau l. c., Köhne pg. 30). Diesem Typus würden einige andere Gattungen, wie z. B. *Antennaria* vielleicht am besten anzuschliessen sein.

Allgemeine Schlussfolgerungen.

Die im Vorhergehenden angeführten Beobachtungen umfassen nur einen sehr geringen Theil der Gattungen in dieser ungeheuren

Familie; sie lassen sich leicht vermehren, und wenn man eine grössere Exemplar-Anzahl selbst der untersuchten Arten nachgeht, wird man sicher hie und da Zusätze zu dem Beobachteten bringen können, weitere Variationen in Zahlverhältniss u. s. w. Obgleich eine weit grössere Zahl von Beobachtungen, selbst wenn man die bei Buchenau und Köhne angeführten mitnimmt, erwünscht wäre, werden die schon gemachten doch hinreichen, um allgemeine Schlüsse über Zahl und Stellung der Pappus-Körper zu erlauben.

Bildung der Kelchtheile. Wie schon oben (S. 34) angeführt worden ist, giebt es zwei Extreme: a) entweder wird eine Anzahl — und dann sehr kräftiger — Pappus-Körper selbstständig an der Axe selbst angelegt, und erst nachträglich durch Wülste an ihrem Grunde vereinigt, auf welchen Wülsten die folgenden entstehen (*Scorzonera*, *Tragopogon*, *Cirsium* u. s. w.); oder b) es wird zuerst ein rings um die Blüthe laufender Wall erzeugt, auf welchem die Pappus-Körper entstehen (*Senecio*, *Lappa*, *Taraxacum*, *Lactuca* u. s. w.); wenn dieser Wall überall gleich kräftig ist, wird ein Wirtel von vielen Pappus-Körpern etwa gleichzeitig angelegt (*Centaurea* z. B.); wenn er dagegen eckig ist, sind die Ecken Ausgangspunkte für die Pappus-Bildung, und nach und nach werden auch die Seiten des Walles mit Pappus besetzt. Zwischen diesen Extremen liegt eine Menge vermittelnder Fälle. Die Extreme selbst lassen sich auch leicht von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus betrachten. Ich fasse die Sache so auf.

Der Kelchwulst ist typisch überall 5-eckig; in einigen Fällen entstehen die Ecken und existiren eine Weile als isolirte Körper, ehe sie durch überbrückende Wülste verbunden werden, und in diesen Fällen sind die Pappus-Körper gewöhnlich sehr kräftig, und jede Kelchecke erzeugt auf ihrer Spitze einen Pappus-Körper, die fünf Kelchecken und die fünf Pappus-Körper werden fast identisch (*Cirsium-Tragopogon*-Typus); in anderen Fällen werden die Ecken schneller mit einander verbunden, sind breiter abgerundet und niedriger, und die ersten Pappus-Körper werden auch hier auf ihren Spitzen entstehen; sind sie gross und kräftig mit breitem Grunde, so nimmt einer die ganze oder fast die ganze Ecke in Anspruch; sind sie dünner, so werden mehrere auf jeder Kelchecke entstehen, und dann wird nicht immer ein Pappus-Körper genau apical sein (*Senecio-Lactuca*-Typus). Endlich giebt es Fälle, wo die

Ecken fast verschwunden sind: *Centaurea.* — Der *Bidens*-Typus schliesst sich dem ersten am nächsten an.

Zahl der Pappus-Körper.

1. Betrachtet man die Familie als ein Ganzes, so findet man die Zahl der Pappus-Körper so variabel, wie fast bei keinem anderen Blüthentheile bei irgend welcher anderen Familie; wir können von 1 bis 100—150 und vielleicht noch mehr Pappus-Körper finden. Aber selbst für dieselbe Art ist die Zahl variabel; am engsten sind die Grenzen der Variationen bei den mit wenigen (2—5—10) Pappus-Körpern ausgestatteten Arten; je absolut höher die Zahl der einer Art zukommenden Körper ist, innerhalb desto weiteren Grenzen variirt sie.

2. In weit den meisten Fällen spielt die Zahl 5 eine Rolle in den Kelchtheilen. Dieses tritt am deutlichsten hervor bei den mit kräftigen Pappus-Körpern, von denen einige an der Axe selbst entstehen, ausgestatteten Gattungen (vom *Cirsium-Tragopogon*-Typus), indem nicht nur die Zahl der erst entstandenen Pappus-Körper fünf ist, sondern auch in der Zahl der später auftretenden Wirtel sich ein deutliches Hinstreben nach dem 5 zeigt. Es zeigt sich ferner ebenso deutlich bei denjenigen Gattungen, bei welchen der Kelchwulst und die ersten — der starken — Pappus-Körper zu fast gleicher Zeit angelegt werden, oder wo die ersten Pappus-Körper an den 5 Ecken des Kelches entstehen und diese Ecken fast ganz als Bildungsstätten in Anspruch nehmen; in diesen Fällen sind die ersten Pappus-Körper auch gewöhnlich in der Fünfzahl vorhanden, bei Anlegen der nachfolgenden ist diese Zahl weniger bestimmt oder gar nicht nachzuweisen. Am wenigsten macht eine bestimmte Zahl, also auch nicht die 5-Zahl, sich bei dem Pappus geltend bei denjenigen Gattungen, die eine Menge haardünner auf einem deutlich angelegten Kelchwulste entstehender Pappus-Körper haben (*Senecio-Lactuca*-Typus), aber bei den meisten von diesen ist nichts desto weniger die 5-Zahl in den Ecken des Kelchwulstes nachzuweisen.

3. Endlich giebt es eine kleine Anzahl Fälle, in welchen gar keine Beziehung zur Fünfzahl sich auffinden lässt, weder am Kelchwulste noch in der Zahl der Pappus-Körper. Dieses gilt besonders für die Gattungen, die weniger als 5 Pappus-Körper haben (*Coreopsis*,

Bidens u. s. w.; oben pg. 80—82), dann auch für solche, die einen rings um fast gleich starken Kelchwulst haben, auf welchem gleichzeitig ein Wirtel von vielen Pappus-Körpern entsteht (z. B. *Centaurea*, *Antennaria*). Die Zahl der hier auftretenden Pappus-Körper wird von dem Verhältniss zwischen Breite des Pappus-Körpers der betreffenden Art und Grösse der Kelch-Peripherie abhängen; 5 vorangehende fand ich hier nicht.

Stellungsverhältnisse der Kelchtheile.

In der Stellung der fünf Ecken des Kelchwulstes in Relation zu den übrigen Blüthentheilen und der Pappus-Körper zu den Blüthentheilen und zu einander, spielt ein Factor eine äusserst wichtige Rolle: der Druck älterer Körper, theils also der umgebenden Blüthen, theils der Pappus-Körper selbst und der Krone. Das von Hofmeister zur Erklärung der Stellungsverhältnisse seitlicher Sprossungen (Allgem. Morphol. I.) aufgestellte physische Princip findet seine völlige Bestätigung. Vergl. hierzu auch Eichler (Blüthendiagramme, I. 290).

1. Je jünger die Blüthen sind, wenn die ersten Kelchtheile auftreten, desto weniger stark ist im Allgemeinen der gegenseitige Druck der Blüthen, desto näher steht die Entwickelung der bei Blüthen von anderen Familien allgemein vorkommenden und desto mehr müssen wir erwarten, dass die Kelchtheile den ihr phylogenetisch zukommenden Platz behaupten oder sich nach der Stellung der Kronblätter richten. Dieses ist in der That der Fall bei den Arten des *Cirsium-Tragopogon*-Typus; die starken »Pappus-Körper« entstehen früher als bei den meisten anderen, sogar vor den Kronen, und bei keinen anderen findet man so regelmässige Stellung der fünf ersten Pappus-Körper, wie hier; sie entsprechen in ihrer Stellung oft vollkommen den gewöhnlichen nach $\frac{2}{5}$ orientirten Kelchblättern. *Acicarpha spathulata* aus der verwandten Familie *Calyceraceae* bildet seine Kelchblätter gleichzeitig mit oder deutlich vor der Krone; die Alternation der Kelchblätter mit der Krone ist dann auch vollkommen, und ihre Stellung vollkommen regelmässig $\frac{2}{5}$.

2. Je später der Kelch zur Entwickelung kommt, desto weniger wird der Druck der schon gamophyllen, grossen Krone für die Stellung der Kelchtheile maassgebend, desto stärker aber der Druck der umge-

benden Blüthen, und desto mehr muss der Kelch sich in Ausbildung seiner Theile nach der Stellung dieser Blüthen richten, und diese Stellung ist sehr verschieden. Von dem Drucke der umgebenden Blüthen rühren die vielen Perturbationen in der regelmässigen Stellung der fünf Ecken des Kelches her, durch welche die Divergenz-Winkel ungleich werden, und die Ecken nicht vor die Kronblattzwischenräume zu stehen kommen; wegen dieses Druckes sieht man oft zwei Ecken in einen weit breiteren zusammenfliessen, und wegen dieses Druckes können ganze Theile des Kelches eine Weile retardirt werden.

3. Die Ecken des Kelchs sind immer die Stellen, an welchen die Pappus-Bildung anfängt, und an welchen oft mehrere Pappus-Körper entstehen, als an irgend einem anderen Theile des Kelches, daher der Pappus an den Ecken oft, wie es heisst, »mehrreihig« ist, während er an den Seiten »einreihig« bleibt. Es ist dieses wieder eine Folge von dem Drucke der älteren Theile; weil der Druck an den fünf Ecken am geringsten ist, und weil an den Ecken am meisten Raum für die Bildung der Pappus-Körper vorhanden ist, fängt die Bildung eben dort an und dauert dort länger fort. Ist der Kelchwulst nur mit schwachen Ecken versehen, der Druck also fast ringsum gleich stark, so werden mehr Pappus-Körper gleichzeitig ringsum angelegt werden, und sind sie zugleich sehr kräftig, so wird die Wirtelbildung eine nicht unbedeutende Regelmässigkeit erreichen, wie bei *Centaurea*.

4. Die Gattungen, welche normal weniger als fünf Pappus-Körper haben (*Coreopsis*, *Dahlia*, *Bidens*, *Helianthus*, *Zinnia* u. s. w., vergl. pg. 80 ff.) haben (sehr früh) stark zusammengedrückte Ovarien; nach der Form des Ovarium richten sich Zahl und Stellung der Pappus-Körper, obgleich sie, wenn sie sehr kräftig sind, früh angelegt werden; wenn das Ovarium, wie die Systematiker schreiben, »a dorso compressum« ist, so erhalten wir nur 2 lateral gestellte Pappus-Körper; ist es umgekehrt »a latere compressum«, so kommen die Pappus-Körper median vorne und hinten zu stehen. Ist das Ovarium dreieckig, trägt es drei Pappus-Körper; wird es mehr 4-eckig, kommen 4 zur Entwickelung; je nachdem *Bidens cernua* zweikantige oder 4-kantige Früchte hat, erhält jede Frucht 2 oder 4 Pappus-Körper. Die Ecken sind die Stellen, wo am besten Platz ist; daher diejenigen, wo Pappus zur Entwickelung kommt, allein oder vorzugsweise. Uebrigens scheint es, dass

die Form des Ovarium auch bei den Pflanzen der übrigen Typen in Verhältniss zu der Form des Kelches steht.

5. Von der Stellung der ersten Pappus-Körper ist die der späteren zum Theil abhängig; doch versteht es sich, dass auch die anderen umgebenden, älteren Theile auf die Stellungsverhältnisse Einfluss haben. Jeder Querschnitt einer Blüthe, durch welchen man einen grösseren Theil des Kelchs überblicken kann, wird zeigen, dass im Allgemeinen Hinstreben nach Benutzung des besten Raumes das leitende Princip ist, und die daraus resultirende Stellung von Gliedern, die verschieden hoch inserirt sind, Alternation der Glieder ist. Wo zwischen zwei Pappus-Körpern der beste Platz ist, dort schiebt sich ein neuer ein, bald mehr, bald weniger tief. Auch bei den Spreuborsten kommt, wie oben erwähnt, Alternation von denen vor, die zwischen den Seiten zweier Blüthen liegen. Je regelmässiger die Stellung der ersten fünf Pappus-Körper ist, desto grössere Aussicht haben die nachfolgenden eine regelmässige Stellung einnehmen zu können. Wo ein grösserer Divergenz-Winkel zwischen zwei primären existirt, werden mehr Pappus-Körper entstehen können, als wo der Winkel kleiner ist. Dass Alternation nicht immer erreicht wird, dass Unregelmässigkeiten auftreten, hängt von den Umgebungen ab. Im Allgemeinen wird man sagen können, dass die Unregelmässigkeiten in der Stellung bei den später auftretenden Pappus-Körpern einer Blüthe sich steigern. Bei einigen wenigen, wo die Entstehung und Stellung eine sehr regelmässige ist, ist die Folge der Wirtel doch nicht eine völlig alternirende, es tritt z. B. nach einem 5-gliedrigen Wirtel ein 10-gliedriger auf, dessen Glieder paarweise gestellt sind, ganz wie bei vielen Androeceen und nach meinen Untersuchungen den Kelchhaken von *Agrimonia*. Dass diese Stellung unmittelbar von der der älteren Organe abhängt, kann ich nicht nachweisen.

Obenstehende Untersuchungen haben ferner gelehrt, dass zwei Wirtel, die nach einander folgen sollten, gleichzeitig und scheinbar als ein einfacher auftreten können.

6. Für die Stellungsverhältnisse der Pappus-Körper ist auch ihre Grösse, d. i. der grössere oder kleinere Platz auf dem Kelchwulste, auf den sie Anspruch machen, so wie das Verhalten zwischen ihrer Grösse und der des Wulstes von Bedeutung. Es gilt wohl als Regel, dass Alternation der Pappus-Körper desto leichter zu Stande kommt,

je grösseren Umfang sie haben: die von *Tragopogon*, *Cirsium*, *Solidago*, *Centaurea* werden sich leichter regelmässig stellen, als die von *Senecio*, *Taraxacum* und ähnlichen. Und je grösser der Kelchwulst ist, je geringer der Umfang der Pappus-Körper, desto leichter wird Unregelmässigkeit auftreten; dieses geht so weit, dass die Pappus-Körper bei den Gattungen *Senecio*, *Lactuca* und *Lappa* nicht nur basipetal, sondern auch acropetal und rein intercalar (nach allen Seiten von älteren umgeben) auftreten; wenn dieses bei *Senecio* seltener ist, als bei den anderen, so dürfte der Grund hierzu eben auch in einer bedeutenderen Grösse des Kelchwulstes bei diesen, der dem Pappus besser Platz bietet, zu suchen sein; sowohl an der inneren als an der äusseren Seite des Wulstes ist Platz genug für die Bildung vom Pappus, und von dem Rande des Wulstes als dem freiesten Theile desselben ausgehend, schreitet die Bildung derselben in auf- und absteigender Richtung fort; zugleich ist der Raum von Anfang so gross, dass die Pappus-Körper nicht gedrängt zu stehen kommen, und gleich von Anfang an wird die in grosser Menge hinter und vor einander angelegt, und es bleibt für die noch hinzukommenden Platz zwischen den älteren übrig. Je grösser die Menge der gleichzeitig an einer bildungsfähigen Fläche angelegten Organe ist, und je mehr ausgebreitet diese Fläche, desto unregelmässiger werden wohl allgemein die Stellungsverhältnisse sein (z. B. Stacheln von *Datura*, Haare mancher Blätter u. s. w.); je mehr succedan die Anlegung ist, desto mehr richtet sich das eine Glied nach dem anderen, und die Stellungen werden regelmässiger; ob aber simultane oder succedane Entstehung Statt finden kann, muss wohl davon abhängen, wie gross die Fläche ist, welche in einen bildungsfähigen Zustand versetzt wird.

7. Es heisst gewöhnlich, dass die Glieder des Compositen-Pappus in Wirtel gestellt sind. Cassini sagt »que l'état naturel ou ordinaire de l'aigrette est d'être imbriquée, c'est à dire composée de squamellules disposées sur plusieurs rangs circulaires concentriques. L'aigrette de beaucoup de Centaurées offre cette disposition de la manière la plus manifeste« (Opuscules, I, 273). Für die Arten, die einen sogenannten »einreihigen« Pappus haben, dürfte dieses sich wohl sagen lassen, aber der Wirtel wird jedenfalls mit wenigen Ausnahmen ein solcher sein, bei welchem die Divergenz-Winkel der Glieder ungleich gross sind. Je »mehrreihiger« aber der Pappus ist, um desto uneigentlicher wird

man von Wirteln sprechen können, in dem Grade ist Insertions-Höhe, Divergenz und Zahl der Glieder, die auf einer Insertions-Höhe stehen, ungleich. Cassini hat aber darin Recht, dass die Centaureen zu denjenigen gehören, wo eine Wirtelstellung am deutlichsten ist.

Anhang. Beobachtungen über die Kelchtheile der Valerianaceen und Dipsaceen. Ein näheres Eingehen auf Entwickelung, Stellung etc. des Kelches und seiner Theile bei diesen Familien dürfte allerdings von Bedeutung für das rechte Verständniss des Compositen-Kelches sein; aber ich muss diesen Theil der Aufgabe einem anderen überlassen, und nur ein Paar Beobachtungen möchte ich hier anhangsweise mittheilen. Sie werden immerhin benutzt werden können. Uebrigens sei auf Eichler's »Blüthendiagramme« verwiesen.

Valeriana dioica. Bei den weiblichen Blüthen fand ich durchschnittlich eine grössere Zahl von Pappus-Körpern als bei den männlichen, nämlich 13—17, am häufigsten 15 und 16; bei diesen 12—14, am häufigsten 12 und 13. Die Divergenz zwischen den Pappus-Körpern ist nicht überall dieselbe; bisweilen sind einige Pappus-Körper höher vereinigt als die anderen. Die meisten haben je einen Fibrovasal-Strang, einigen fehlt ein solcher, und vereinzelte Spaltöffnungen kommen auf dem gemeinsamen Membran vor.

Valerianella coronata fand ich gewöhnlich mit 6, selten mit 7 Kelchzähnen versehen. Andere Formen vergl. z. B. bei DeCandolle Mém. des Valerianées, tab. 3.

Fedia scorpioides. 5 Kelchzähne von ungleicher Länge und ungleichen Divergenzen; in anderen Fällen sind nur 2 oder 3 entwickelt. Da ich weder hier, noch bei den meisten anderen der hier anhangsweise erwähnten Pflanzen die jüngeren Zustände untersucht habe, wage ich nichts Bestimmtes über die Stellungsverhältnisse zu sagen.

Fedia graciliflora. Ich fand 4—6 Zähne.

Scabiosa prolifera. Im eigentlichen Kelch fand ich 5 lange Borsten in der entwickelten Blüthe wie die Blätter eines gewöhnlichen Kelches orientirt ($\frac{2}{5}$); selten sah ich 6. Im membraneusen Involucellum war die Zahl der Rippen 37—40.

Knautia arvensis. Von 32 Blüthen eines Köpfchens hatten 9 acht Kelchzähne, 14 neun, 6 zehn, 1 sieben. 1 elf, und 1 zwölf. Wenn 8 entwickelt waren, war die Stellung wie in Eichler's Diagram Fig. 148D. Bei anderen Zahlen können verschiedene Stellungen vorkommen, Zweitheilungen der in der Mediane liegenden und anderen u. s. w.

Cephalaria sp. Im Involucellum fand ich 4 grosse, quer-median liegende Zähne, und zwischen je zwei von ihnen eine kleine, die auch in zwei getheilt sein konnte. Der Kelch hatte einen Saum, der sehr unregelmässig in 17—24 grössere und kleinere Zipfel getheilt war.

4. Der morphologische Werth der Kelchtheile.

Hierüber liegen, wie bekannt, verschiedene Ansichten vor. Einige (z. B. Cassini[1]), Hofmeister, S. Lund) halten jeden Pappus-Körper für ein selbstständiges Blatt; andere haben den Compositen gänzlich einen Kelch abgesprochen (z. B. früher Buchenau); andere wie Eichler[2]) (Blüthendiagramme I. 289) schreiben »den Compositen wirklich einen Kelch zu«, für den er »den Pappus« hält[3]).

Dieser Auffassung stehen Köhne, ich und jetzt auch Buchenau am nächsten; ich habe den Kelchwulst für den eigentlichen Kelchblatttheil gehalten (»Trichomes etc.«) und die Pappus-Körper für eine Sammlung von Trichomen (Haare, Emergenzen); ich habe jetzt diese Anschauung ein wenig modificirt, wie aus dem folgenden hervorgehen wird. Am nächsten hieran schliesst sich auch der neueste systematische Bearbeiter der Compositen, Bentham[4]):

---

1) »L'aigrette est un assemblage de bractées, lesquelles sont disposées à peu près comme celle des calices ordinaires« .... »tout à fait analogues aux paillettes du clinanthe et aux écailles du péricline.« (Opusc. I, 219, 221).

2) Wenn Eichler (Diagr. 289) Lund als seiner und der Köhne'schen Ansicht gehörig aufführt, ist dieser Irrthum sehr zu entschuldigen, denn Lunds Darstellung und Schlüsse »que l'aigrette est un vrai calice« sind so nebelig-unklar, dass man leicht irre fährt.

3) oder bei dessen Ermangelung den schmalen Rand, der den Fruchtknoten umsäumt, in Anspruch nimmt«; »es verschlägt für diese Auffassung nicht viel, ob man hierbei, wie es manche gethan, die einzelnen Borsten, Schuppen etc. bei Ueberzahl als zerspaltene Phyllome von trichomatischer Ausbildung ansehen, die Minderzahl durch Abort erklären will, oder ob man es vorzieht, dieselben als trichomatische Wucherungen des in seinem eigentlich phyllomatischen Theil auf jenen mehrerwähnten Saum reducirten Kelches aufzufassen. Denn bei der einen wie der anderen Annahme gehören sie doch dem Kelche als Theile desselben an.«

4) »If the pappus is a reduced calyx-limb, then in all cases where it consists of a single ring of bristles or paleae it is easy to suppose that these may represent the parallel veins, nerves, or ribs of the calyx-lobes or calycine leaves ....; but where these bristles are very numerous and crowded in a dense tuft, scarcely separable into series, or where they form several concentric series, very distinct from each other and often differing in nature, their homology is not so easy to settle. Most probably the longest or principal series repre-

Andere, wie Hänlein, meinen »der ganze Streit um die Natur des Pappus sei zum grossen Theil ein reines Wortgefecht«; »es wird immer mehr oder weniger der individuellen Anschauung überlassen bleiben müssen, den Pappus für einen Kelch zu halten, oder nicht« (l. c. 34); vergleich hierzu Köhne's Bemerkung weiter unten.

Ich werde im folgenden die rechte Auffassung des Pappus darzustellen suchen.

Das empirisch wohlbekannte Diagram der Compositen-Blüthe[1]) muss theoretisch mit einem Kelche ergänzt werden; denn die Krone, Staub- und Fruchtblätter der Compositen entsprechen unzweifelhaft der Krone etc. der nächst verwandten (Calycereen, Rubiaceen, Lonicereen u. s. w.), und bei allen diesen finden wir ausserhalb der Krone einen vierten Blattwirtel, einen Kelch, und ein Hinblick auf die übrigen eine so natürliche und in so vielen Punkten übereinstimmende Gruppe bildenden Sympetalen muss nur diese Auffassung der Compositen bestätigen. Ferner überzeugt dieselbe Vergleichung mit den Sympetalen uns davon, dass die Vorfahren der Compositen einen 5-zähligen, mit der Krone alternirenden, blattartig ausgebildeten Kelch gehabt haben müssen, so wie vielleicht auch zwei Bracteolen. Es ist aber richtig, dass wir nicht schliessen dürfen: die jetzigen Compositen müssen auch einen 5-zähligen Kelch haben; denn so wie wir überhaupt annehmen müssen, dass ein Typus einerseits durch Verminderung und Elimination der Glieder, andererseits durch Vermehrung (z. B. durch Dédoublement oder auf andere Weisen) verändert werden kann, so müssen wir auch annehmen, dass auch der Bauplan der Compositen-Vorfahren in einen anderen geändert worden sein könnte, und dass z. B. der 5-zählige Kelch in einen vielzähligen übergegangen sein könnte. Die Compositen bilden ja doch eine Gruppe, die sich in gewissen Richtungen bedeutend von den verwandten entfernt hat.

---

sent the calyx-ribs, which may sometimes, owing to their great number and crowded state, become forced, as it were, into two or three apparent series, when they are originally in a single one . . . .; the gradually diminishing outer rows . . . . may be analogous only to those extra-teeth or appendages of some Melastomaceae, Verbenaceae etc. which have been called epicalyces.« (Linnean society's Journal, XIII).

1) Vergl. Eichler Diagr. I, 285.

Die Frage von dem morphologischen Werthe des Pappus löst sich nun in folgende auf:

Welchen Werth hat der Kelchwulst? ist er der rudimentäre Kelch?

Sind die Pappus-Körper alle gleichwerthig, oder sind sie ungleichwerthig?

Wenn sie gleichwerthig sind, sind sie dann alle phyllomatischer oder alle trichomatischer (metablastematischer) Natur?

Wenn sie ungleichwerthig sind, welche sind dann phyllomatischer, welche trichomatischer Natur?

Sind diejenigen, die phyllomatischer Natur sind, als selbstständige Blätter oder Hauptblattzipfel oder sind sie theils als solche, theils als Seitenzipfel zu betrachten?

Der Kelchwulst und seine Ecken.

Betrachten wir zuerst die Pflanzen des *Cirsium-Tragopogon*-Typus.

Die fünf zuerst entstehenden Pappus-Körper bei *Scorzonera*, *Tragopogon* und anderen Gattungen, die selbstständig auf der Axe zum Vorschein kommen, sind als die fünf Kelchblätter aufzufassen; denn a) sie stehen auf der Höhenzone, auf welcher der Kelch zu erwarten wäre, b) alterniren in den Fällen, wo die Entwickelung am regelmässigsten vor sich geht, genau mit der Krone, indem sie nach $\frac{2}{5}$ gestellt sind, und in den anderen Fällen, wo sie nicht genau mit der Krone alterniren, muss dieses aus dem Drucke der umgebenden Blüthen sich erklären; es zeigte sich aber, dass die Zahl der zuerst gebildeten und sich genauer zusammenschliessenden Körper nicht in dem Grade von der Stellung der umgebenden Blüthen abhängig ist, dass z. B. vier gebildet werden, wenn es nach dem vorhandenen Raume scheinen müsste, es wäre das natürlichste, nur vier auszubilden (man vergleiche z. B. Taf. I, Fig. 23); dieses Beharren bei der Zahl 5 hat seine grosse Bedeutung; nur wo das Ovarium ungemein stark zusammengedrückt ist (*Bidens* etc.), muss die Zahl auf weniger als 5 sinken; c) sie entstehen bei einigen zu der Zeit, wenn die Kelchblätter entstehen sollten, nämlich gerade vor der Krone, bei anderen etwa gleichzeitig mit ihr oder wenig später; d) sie sind bisweilen die einzig vorhandenen und dann besonders stark entwickelt und als typische Kelchblätter

gestellt (*Tragopogon*, oben S. 91—92); e) endlich zwingt der Hinblick auf die verwandten Pflanzen zu diesem Schluss. Besonders werde ich hier die Calyceraceen erwähnen.

Buchenau hat (Bot. Ztg. 1872) die Entwickelungsgeschichte von *Acicarpha tribuloides* Juss. mitgetheilt. Diese Pflanze hat 5 regelmässig gestellte, mit den Kronblättern alternirende Kelchblätter, die bei den Randblüthen gross und dick, fast fleischig sind, theilweise in harte Dornen auslaufen, und auch Gefässbündel führen. Diese unzweifelhaft ächten Kelchblätter werden später angelegt, als die Kron- und Staubblätter. Ich kann hierzu noch die Entwickelungsgeschichte von *Acicarpha spathulata* Brown fügen. Sie steht den ursprünglichen Verhältnissen noch näher als jene Art, denn die Kelchblätter werden vor oder fast gleichzeitig mit den Kronblättern und in Alternation mit ihnen angelegt (8, Fig. 34), sind übrigens auch in den äusseren Blüthen dornförmig ausgebildet und führen Gefässbündel[1]).

---

1) Ueber diese brasilianische Strandpflanze noch folgende Bemerkungen. Sie scheint perenn zu sein, nicht »annua« wie Richard schreibt in seiner »Mémoire sur une famille des plantes dite Calycérées«. Die Blätter stehen nach $^3/_8$. Das Köpfchen ist terminal; in der Achsel des obersten Blattes entspringt die stärkste und am frühesten zur Entwickelung kommende Knospe; die Achselknospen der anderen Blätter werden in absteigender Folge immer schwächer. Der oder die (gewöhnlich 2) obersten werden zu mit Inflorescenzen beschlossenen Zweigen entwickelt. Das Involucrum besteht gewöhnlich aus 5 laubblattartigen Blättern, die durch ihre Grösse deutlich Spiral $^2/_5$ angeben; jedes Involucral-Blatt ist Mutterblatt einer Blüthe. Alle folgenden Blüthen sind von Deckblättern gestützt. An der Spitze des Köpfchens werden die Deckblätter steril, die Blüthenbildung hört auf. Während der Anlegung der Blüthen ist die Axe besonders hoch, und hat eine kuppelförmige Spitze; während die untersten Blüthen schon Staubblätter gebildet haben, ist die Anlegung neuer Blüthen noch nicht abgeschlossen. Die Gefässbündel führenden Deckblätter werden vor den Blüthen angelegt, sind nicht viel mit ihnen vereinigt. Die untersten Blüthen sind zwitterig, die obersten männlich, indem nur die Ovarial-Höhle, nicht das Eichen zur Entwickelung kommt. Von den fünf Kelchblättern sind die zwei vorderen und das hintere die stärksten; eine Andeutung von der $^2/_5$ Entwickelungsfolge ist also vorhanden. 6-zählige Kelche habe ich jedoch auch gesehen, obgleich selten; in den männlichen Blüthen fand ich nie mehr als 5; in diesen sind die Kelchblätter klein und blattartig ohne Gefässbündel, bei jenen stark stechende, dornig und führen mehrere Gefässbündel. Die Krone hat nicht nur Commisural-Gefässbündel, wie bei den Compositen, sondern auch mediane. Die

Wir haben somit in diesen beiden *Acicarpha*-Arten bei der einen Bildung der Kelchblätter vor der Krone, bei der anderen nach der Krone und den Staubblättern, bei allen beiden aber die gewöhnliche Stellung und Zahl der Kelchblätter der 5-blättrigen Krone gegenüber. Und ferner sind sie in den Randblüthen stark entwickelt, wohl auch chlorophyllführend, mit mehrern Fibrovasal-Strängen versehen, während die der Scheibenblüthen dünner, kleiner, gefässbündellos sind.

Ist es bewiesen, dass die fünf ersten »Pappus-Körper« bei *Tragopogon*, *Scorsonera* und ähnlichen die 5 Kelchblätter sind, denen von *Acicarpha* völlig homolog, müssen wir nothwendig diesen Schluss auf alle die Gattungen ausdehnen, wo jene fünf Körper weniger regelmässig stehen und die Verspätung der Kelchanlage grösser ist, denn Grenzen lassen sich nicht ziehen, und von *Tragopogon* u. a. werden wir ganz leise zu *Carduus, Cirsium*, *Leontodon*, *Sonchus*, *Hieracium* u. s. w. geführt.

Diese Verspätung in der Bildung des Kelches kann nicht geläugnet werden, kann auch nicht als Beweis gegen die Kelchnatur der betreffenden Bildungen dienen. Es würde ja doch absurd sein, der einen *Acicarpha* einen Kelch zuzuschreiben, der anderen einen solchen absprechen zu wollen, weil in dem einen Fall die fünf Dornen vor, in dem anderen nach der Krone entstehen. Frank[1]) hat neulich versucht, den Beweis zu führen, dass die akropetale Entstehungsfolge in einigen Fällen doch vorkommt, wo man Einschaltung von Blättern oder Blattkreisen unterhalb älteren angenommen hat. Er mag wohl Recht

---

Entwickelung dieser Blüthe ist folgende. Die junge Blüthe ist erst halbkugelförmig; dann werden die Kelchblätter angelegt, nach Spiral $^{2}/_{5}$, wenn ich mich nicht geirrt habe. Nur sehr wenig später flacht die Blüthenanlage sich ab, wird ein wenig vertieft (8, 34), und die Kronblätter werden gebildet. Der histiologische Aufbau der Kelch-, Kron- und Staubblätter ist der gewöhnliche, speciell der bei den Compositen beobachtete. Die ersten Theilungen zur Anlegung der Staubsäcke verlaufen ganz wie bei diesen. Das Eichen wird an der hinteren Wand der Ovarial-Höhle, oberhalb des schräg abfallenden Bodens dieser Höhle angelegt, unter der Epidermis, krümmt sich aber entgegengesetzt dem der Compositen nach abwärts, gegen den Grund des Fruchtblattes.

1) Frank: Ueber die Entwickelung einiger Blüthen mit besonderer Berücksichtigung der Theorie der Interponirung. Pringsheim's Jahrbücher. X. 2. Heft 1875, S. 204.

haben, wenigstens in einigen der besprochenen Fällen, sowie auch Celakovsky darin Recht haben wird, dass mehrere der angenommenen basipetalen Blattbildungs-Prozesse in der That auf Bildung von Blättchen zusammengesetzter Blätter beruhen; dass aber Einschaltung von Blättern oder Blattwirteln unterhalb älterer in der That vorkommt, dass zeigen doch ganz bestimmt die Compositen und Verwandten. In den von Frank untersuchten Familien (Papilionaceen, Geraniaceen, Oxalideen, Malvaceen, Primulaceen) werden die, wie man annahm, interponirten Organe später kräftig entwickelt; bei den Compositen, verschiedenen Rubiaceen[1]), Dipsaceen[2]), Valerianaceen[3]), wo der Kelch wirklich nach der Krone angelegt wird, bleibt er dagegen auch mehr oder weniger rudimentär, und die Regel bleibt ungestört: dass Organe, die rudimentär werden, »eine dem Grade des Schwindens meist proportionale Verspätung in der Anlage zeigen«. (Eichler, Blüthendiagramme).

Oben habe ich den Schluss gezogen, dass die 5 ersten »Pappus-Körper« den Ecken des »Kelchwulstes« völlig homolog sein müssen, weil alle möglichen Uebergänge sich auffinden lassen zwischen dem *Cirsium-Tragopogon*-Typus und dem *Senecio-Lactuca*-Typus oder dem *Centaurea*-Typus. Damit ist denn auch die Erklärung des Ringwulstes und seiner Ecken gegeben. Doch möchte ich der Klarheit wegen diesen Kelchwulst etwas umständlicher besprechen.

1. Der Kelchwulst ist eine wirklich durch besondere Zelltheilungen hervorgerufene Bildung, nicht eine mehr passiv durch Einschnürung und Schwellung des Ovariums zu Stande kommender vorspringender Rand, was wohl von Buchenau u. A. angenommen wurde, und auch

---

1) Payer, Organogénie pg. 688: »Ce n'est qu' après l'apparition de la corolle et des étamines que l'on voit poindre ce que les botanistes appellent le calice. C'est un bourrelet circulaire sur lequel on n'aperçoit jamais à aucun âge la moindre trace de crénelures« (*Rubia, Galium, Asperula*).

2) Payer, Organogénie pg. 630: »Le calice n'apparait qu' après la corolle«.

3) Payer, Organogénie pg. 625: »Ce n'est qu' après la naissance de la corolle et des étamines qu'on voit apparaître le calice sous la forme d'un petit bourrelet qui fait le tour de l'ovaire«. (*Centranthus, Fedia, Valeriana*). Vergl. auch Buchenau: Blüthenentwickelung.

leicht anzunehmen war, so lange man die histiologische Entwickelung nicht kannte. Der Ringwulst ist also ein selbstständiges morphologisches Organ, und verlangt als solcher auch seine morphologische und phylogenetische Erklärung (ob Discus, Blattbildung, Axenschwellung).

2. Anatomisch lässt sich nicht entscheiden, ob der Ringwulst eine Blattbildung ist, oder ein Discus (Metablastem), oder eine Axenschwellung (wenn überhaupt solche existiren, welche nicht unter den Begriff: »Discus« und »Metablastem« eingehen müssen); denn wie ich oben gezeigt habe, ist die Entwickelungsweise dieselbe, und es ist eine feststehende Thatsache, dass »Uebereinstimmungen oder Differenzen der äusseren Form, des inneren Baues, der Function nicht massgebend sind für die Deutung eines gegebenen Gebildes als Axe, Blatt oder Haar« (Hofmeister, Allgem. Morphol.). Seine Entwickelung ist dieselbe wie die des »Discus« am Grunde des Griffels; er könnte recht wohl — anatomisch betrachtet — ein »Discus« sein.

3. Der Ringwulst steht aber an dem Platze eines Kelches, gleich ausserhalb der Krone, und obgleich die Möglichkeit des Vorkommnisses von Discus-Bildungen an der Blüthenaxe ausserhalb der Krone nicht zu läugnen ist, sind solche doch äusserst selten (kommen z. B. vielleicht bei gewissen Loranthaceen vor; vergl. Eichler, Loranthaceae in Flora Brasil. pg. 18). Es liegt schon hierin ein Grund zu der Annahme, dass er eine Kelchbildung ist.

4. Aus der Vergleichung mit den benachbarten Pflanzen geht aber ganz sicher hervor, dass der Ringwulst dem Kelche homolog ist. Nicht nur, dass er einerseits in seiner Stellung genau dem bei *Acicarpha*, *Tragopogon* etc. angelegten Kelche entspricht, und mit ihm durch alle erdenkliche Zwischenglieder verbunden wird, sondern andererseits kommen bei den verwandten Familien (Rubiaceen u. s. w.) Bildungen vor, von denen es durch Vergleich der verschiedenen Gattungen der betreffenden Familie sich durchaus sicher sagen lässt, dass sie einen Kelch repräsentiren, und die dem Ringwulste der Compositen auch in Form, Entwickelungsgrad u. s. w. völlig gleich sind. Es fällt in die Augen, dass der Kelch in der ganzen Gruppe der Aggregaten schwach entwickelt ist, eine Neigung zum Schwinden hat (vergl.

Eichler, Blüthendiagramme) (ob dies einfach eine Folge des Druckes ist, oder ein Correlations-Verhältniss, was ich eher glaube, ist schwierig zu sagen), und dem entsprechend spät angelegt wird.

Der Kelch von *Rubia*, über dessen wahre Kelchnatur doch Niemand Zweifel gehabt hat, ist nach Payer's Worten (siehe oben S. 14, Anm. 1) und Zeichnungen (Organogén., Pl. 126) dem Ringwulste vieler Compositen völlig gleich[1]).

Ich schliesse denn: der bei vielen Compositen ausserhalb der Krone auftretende Ringwulst ist dem Kelche homolog. Alle diejenigen Arten, bei welchen selbst nur vereinzelte Zelltheilungen in der Zone auftreten, in welcher dieser Wulst zu liegen pflegt, haben, wenn diese Zelltheilungen übrigens mit denen übereinstimmen, durch welche der Ringwulst angelegt wird (also Gattungen wie *Calendula*, *Bellis* u. s. w.) factisch einen Kelch. Treten gar keine solche Zelltheilungen auf, ist der Kelch factisch nicht, wohl aber »potentia« vorhanden.

Dieser Ringwulst wird ferner von 5 Blättern gebildet selbst in dem Falle, wo er ein Cyclom sein möchte, und im Allgemeinen muss man sagen, dass seine 5 Ecken den Blattspitzen entsprechen. Es könnte die Bildung von Ecken an dem Kelchwulste überhaupt als eine nothwendige Folge des Druckes zu betrachten sein, ebenso wie die an den Discus-Bildungen (Nectarien) vieler Compositen, Gesneraceen, Solanaceen u. s. w. vorkommenden Ausbuchtungen sicher nur Folgen des Druckes der umgebenden älteren Organe sind. Aus dem Zusammenhange, der zwischen dem Kelche einer *Scorzonera* und dem jeder anderen Gattung besteht, geht aber als unabweisliches Resultat hervor, dass die Ecken des Kelchwulstes eine tiefere Bedeutung haben, und eben Kelchblattspitzen sind. (Man vergleiche die Abbildungen von *Taraxacum* (**6**, 31, 32), *Conoclinium* (**4**, 36), *Lappa* (**4**, 8, 9) mit denen von *Scorzonera* (**3**, 24, 25), *Tragopogon* (**3**, 1—4), *Cirsium* (**1**, 23; **2**, 5—8), *Carduus* (**2**, 17—19) und von *Thrincia* (**4**, 33), *Senecio* (**5**, 26—28), *Sonchus* (**6**, 1—5), *Hieracium* (**9**, 9—10), *Hypochoeris* (**9**, 22)

1) Solche Ringwülste sind also vollständige »Cyclome«. Es ist mir doch wahrscheinlich, dass man bei den meisten Compositen finden wird, dass die Anegung doch nicht völlig gleichzeitig ringsum Statt findet.

u. a. Der Unterschied zwischen allen diesen Kelchen liegt eben nur darin, dass die Kelchblätter bei einigen längere Zeit isolirt wachsen, während das Vereintwachsen bei anderen schneller eintritt. Ein anderer Unterschied liegt, wie schon oben hervorgehoben, in dem Verhältniss des Pappus zu dem gamophyllen Kelchtheile; bei den Gattungen der ersten Gruppe ist er stark und jedes Kelchblatt läuft direct in einen Pappus-Körper aus, bei der anderen Gruppe ist der Pappus schwach ausgebildet, und jedes Kelchblatt trägt an seiner breiteren Spitze mehrere Pappus-Körper. Hieraus erhebt sich der Verdacht, dass die Pappus-Körper vielleicht von verschiedenem morphologischen Werthe sein können. Wir werden dadurch zur specielleren Betrachtung der Pappus-Körper geführt [1]).

---

1) Ehe ich zu dieser Frage übergehe, werde ich noch kurz der Einwendungen Lunds gegen mich Erwähnung thun. Ich habe früher gelegentlich die Meinung ausgesprochen, dass der Ringwulst ein selbstständiges, durch specielle Zelltheilungen entstandenes Organ und dass er dem Kelche homolog sei (auf welchem dann die als Haare zu betrachtenden Pappus-Körper auftreten); es steht z. B. in meiner Abhandlung über die Grenze zwischen Trichomen und höheren Epiblastemen (Videnskab. Meddel., Résumé, pg. 26): »Je dois considérer comme le véritable calice des Composées actuelles le bourrelet faiblement développé qui se forme, chez la plupart des genres, sous la corolle, et d'où naissent les rayons de l'aigrette«; und im Texte pg. 188: »ad basin corollae partitionibus cellularum perpaucarum conditur calyx rudimentarius annuliformis«; ich habe sie auch anderswo (z. B. Recherches sur la ramification etc.) zum Ausdruck kommen lassen, und ich habe sie besonders in einem öffentlichen Vortrage, Lund gegenüber, durch Hinweisung auf die verwandten Pflanzen (Rubiaceen) und die Uebereinstimmungen in Stellung und Entwickelungsweise zwischen dem Kelche dieser und dem Compositen-Wulste bestimmt begründet. Gegen mich wendet Lund nun folgendes ein (Anticritique, Résumé pg. 11): »Dans cette famille „(die Compositen)", qui tient un rang si élevé, et chez laquelle on doit absolument s'attendre à rencontrer un calice, on ne trouve sur l'axe floral, immédiatement en dehors de la corolle, d'autre organe que l'aigrette; et ce n'est pas seulement un genre isolé, mais toute une immense famille qui présente cette particularité. Que ce soit là un argument essentiel en faveur de notre thèse que l'aigrette doit être regardée comme une calice, le fait que les botanistes d'il y a 20 ans l'ont surtout invoqué, en fournit bien la preuve. M. Warming passe ce point entièrement sous silence« (? !), »en mettant sans autre en parallèle les aiguillons du genre *Agrimonia* et l'aigrette des Composées« (unrichtig). »Si l'on objectait que la place du calice, chez les Composées, est

Morphologischer Werth des Pappus.

Wenn die Compositen keinen Pappus gehabt hätten, und wenn der Kelch etwa an dem Entwickelungs-Stadium stehen geblieben wäre, wo ein fünfeckiger Wulst oder fünf konische Körper nur zum Vorschein gekommen sind, würde es gewiss Niemanden eingefallen sein, daran zu zweifeln, dass sie einen fünfblättrigen sehr rudimentären Kelch hatten; ebenso wie wohl keiner daran zweifelt, dass die Stellaten oder die Umbelliferen mit sehr rudimentärem Kelch einen solchen wirklich haben mit eben so viel Blättern, als Kronblätter vorhanden sind. Nun kommt aber der Pappus zur Entwickelung, und dann ist es mit der ruhigen gesunden Betrachtung aus.

---

occupé par un autre organe que l'aigrette, savoir le bourrelet, je répondrais qu'une pareille objection est sans valeur« (Verf. scheint also eine Ahnung davon zu haben, dass ich (- on -) auf diesen »bourrelet« die Aufmerksamkeit gerichtet habe); »car il y a tout aussi peu d'opposition entre l'aigrette et le bourrelet, qu'entre un lustre et le crochet qui sert à le suspendre«. (Der Gedanke ist fast nicht zu verstehen: wenn die Meinung die sein sollte, dass Pappus und Wulst in Gegensatz zu einander stehen, nun dann muss Lund ja doch nachweisen, was für ein morphologisches Ding der Wulst ist; meint er aber, dass Pappus und Wulst ein und dasselbe ist, — und das ist wohl die Meinung —, nun dann sind wir ja auf der schönsten Weise einig, denn nach ihm ist der Pappus »un vrai calice« und nach mir ist der Wulst der Kelch, und es geht deutlich aus meiner Abhandlung hervor, dass ein Grund, warum ich den Wulst für den Kelch erklärte, eben auch der war, dass er auf dem Platze des Kelches steht. Noch verdient folgende Stelle, die leider nur im dänischen Texte zu finden ist, angeführt zu werden. Verf. fragt: Giebt es in der Entwickelung der Blüthe sonst etwas, das dafür sprechen könnte, dass der ursprüngliche Kelch (bei den Vorfahren der Compositen) unterdrückt worden wäre, und dass der Pappus eine Sammlung von Trichomen sei? Er sagt demnächst: »Die Wulstbildung, auf welcher der Pappus sitzt, wird genannt (Dr. Warming).« (Verf. vergisst hier, dass er einige Blätter früher gesagt hat: »si l'on objectait«; er weiss also, dass ich dieser »on« ist. Warum ist es ihm so unangenehm, dass ich auf diesen Wulst als den Kelch hingewiesen habe?) Dann heisst es weiter: »aber die Existenz des Wulstes passt eben so gut mit der 1. als mit der 2. Uebergangsweise. Der Wulst trägt ebenso gut 20 als 5 als 0 Kelchblätter: die Existenz des Wulstes ist ein völlig indifferentes Moment«. Ich kann mich angesichts derartiger logischer Aussprüche ruhig darin finden, wenn Lund meine Meinung und die Gründe für diese nicht verstehen kann. Hiermit ist Lund mit der Behandlung des Wulstes fertig!

Die Pappus-Körper, die nach den fünf ersten (»Kelchblättern«) angelegt werden, könnten

a) entweder Metablasteme (Haare, Emergenzen) am Rande und an der Oberfläche des Kelches sein;

b) oder Zipfel und Lacinien der stark getheilten Kelchblätter;

c) oder vielleicht sogar selbstständige Blätter sein.

Was die ersten zwei Möglichkeiten betrifft, so wird es äusserst schwierig, ja unmöglich sein können, in jedem gegebenen Falle zu entscheiden, ob ein Gebilde als ein Metablastem oder als eine Blatt-Lacinie aufzufassen ist. Betrachten wir die Blätter vieler Cynareen; sie haben viele grössere und kleinere seitliche Ausbuchtungen; jede Ausbuchtung läuft so wie auch die Spitze des Blattes selbst in einen starken Dorn aus; ist dieser Dorn als die äusserste Spitze der Blatt-Lacinie selbst zu betrachten, oder als ein derselben aufsitzendes Metablastem (Emergenz), und in diesem letzten Falle: wo ist die Grenze zwischen dem Blatte und dem Metablasteme? Ferner: zwischen den die Blattausbuchtungen beschliessenden Dornen sitzen viele andere auf dem Rande des Blattes in den verschiedensten Grössen und den allmäligsten Uebergängen bis zu den kaum 1 Millimeter grossen haarähnlichen kleinsten. Sind diese kleinen auch als Blatt-Lacinien zu betrachten oder als Metablasteme des Blattrandes? und in dem letzten Falle: wo ist die Grenze zu ziehen zwischen denen, die nur Metablasteme sind, und denen, die auch einen Theil der Lamina mit sich nehmen. Man sieht leicht, die Frage gehört zu denen, bei welcher Lösung die individuelle Auffassung sehr mitspielt, und es dürfte in der That auch oft sehr gleichgültig sein, ob man sich für das eine oder das andere entscheidet; denn seien sie Metablasteme oder seien sie Lacinien, sie gehören doch einem Blatte als dessen Theile an. Von grösserem Interesse dürfte jedoch die Frage sein, wenn sie einen phylogenetischen Hintergrund erhält, so wie eben bei den Compositen.

Dagegen dürfte man doch was die letzte Möglichkeit: ob jeder Pappus-Körper ein selbstständiges Blatt ist, oder nicht, mit Sicherheit zu einer Lösung kommen können, obgleich auch diese Frage (ob Blatt oder Blatt-Lacinie?) nicht immer mit Leichtigkeit zu beantworten ist, denn Glieder, die uns ontogenetisch als selbstständige Blätter entgegen-

treten, werden oft phylogenetisch als durch tief gehendes Dédoublement entstandene Blatt-Lacinien zu betrachten sein.

Die Fragen lassen sich auch so stellen: Wie ist die Entwickelung der Compositen-Vorfahren in die jetzigen Compositen vor sich gegangen? Schwanden die fünf Kelchblätter bei jenen nach und nach ein, bis nur der fünfeckige Wulst übrig blieb, indem gleichzeitig die Haare des behaarten Kelches eine immer grössere Bedeutung erhielten?

Oder fingen die, vielleicht ausgebuchteten und fiedertheiligen Kelchblätter an, sich noch stärker zu theilen, so dass sie sich zuletzt in eine grosse Zahl von gleich dicken borstenförmigen Zipfeln auflösten, (so wie ich annehmen muss, dass die Bracteen sich bei den Cynareen in Borsten aufgelöst haben), wodurch die fünf Kelchblätter oder vielmehr ihre Hauptzipfel schliesslich den Seitenzipfeln gleich wurden?

Diese Entwickelungsweise würde also Dédoublement sein und Analoga finden z. B. bei Capparideen u. a.[1]).

Oder traten zwischen und unter den fünf ursprünglichen Kelchblättern andere auf, ganz so wie wir in vielen Blüthen (ontogenetisch) das Auftreten von Blättern zwischen anderen und nach anderen beobachten?

Um diese Fragen zu entscheiden, stellen wir das zusammen, was wir über die Pappus-Körper wissen, und betrachten die Bedeutung der gewonnenen Thatsachen für die Lösung der Fragen. Sehr möglich ist es, dass die Entstehung des Pappus auf verschiedenen Wegen vor sich gegangen ist.

a) Die Entstehung im Allgemeinen (die Entstehungsfolge).

Die regelmässige basipetale Folge der Pappus-Körper bei Pflanzen der *Cirsium-Tragopogon*-Gruppe könnte sowohl auf Blatt-Lacinien und Metablasteme als selbstständige Blätter passen. Denn die Staubblättchen mancher zusammengesetzten Staubblätter werden in ganz übereinstimmender Folge angelegt am Rande und am Rücken des Blattes, indem die Blättchen sich in Alternation mit den höher stehen-

1) Vergleiche Eichler: Ueber den Blüthenbau der Fumariaceen, Cruciferen und einiger Capparideen, in Flora 1865.

den zu stellen suchen[1]), und auch Metablasteme (Emergenzen) werden oft in regelmässiger nach einer Seite hin fortschreitender Folge angelegt, so dass wir selbst für die am regelmässigsten vorschreitende Anlegungsfolge Analoga unter solchen auffinden können: *Agrimonia*[2]).

Auch in den Fällen, wo ein Kelchwulst angelegt wird, ehe die eigentlichen Pappus-Körper zum Vorschein kommen, bleibt es durch die Entwickelungsfolge allein unentschieden, ob wir mit Blattzipfeln oder Metablastemen zu thun haben. Als Blatt-Lacinien lassen sie sich auffassen, analog dem z. B. bei den Cistineen vorkommenden Fall (Payer l. c. Pl. 3), wo unzweifelhaft durch Vereintwachsen der fünf Staubblätter ein Ringwulst entsteht, ohne dass die Podien selbstständig hervortreten, auf welchem die Blättchen denn in basipetaler Folge zum Vorschein kommen[3]). An dieser Stelle kann auch daran erinnert werden, dass Glieder so genau zusammenschmelzen können, dass sie fast wie eine einheitliche Masse sind, welche als Axe für andere Neubildungen dienen kann, z. B. die Fruchtblätter der Lepidocaryineen, an welchen Emergenzen in basipetaler Folge mit grosser Regelmässigkeit entstehen. — Aber auch als Metablasteme liessen sie sich auffassen und zwar viel besser, wenn auf die Fälle Rücksicht genommen wird, in welchen sie in divergirender Folge hervortreten und zugleich mitten zwischen älteren interponirt werden (*Lappa*, *Lactuca* etc.). Denn während es zu den allerhäufigsten Erscheinungen gehört, dass Trichome in völlig unbestimmter Folge entstehen, kennen wir noch keinen sicheren Fall, — soviel ich weiss — wo Lacinien eines Blattes so unregelmässig entstehen. Zugleich muss wieder hervorgehoben werden, dass die Pappus-Körper, selbst diejenigen, welche auf den Kelchecken stehen, sich bei diesem Typus als etwas Verschiedenartiges in Gegensatz zu dem Kelche stellen, und an Masse diesen gegenüber weit mehr zurück-

1) *Hypericineae* (Payer, Organog. Pl. I, Warming, Ramification Pl. XI, Fig. 20—23), *Tiliaceae*, *Malvaceae*, *Dilleniaceae*, *Philadelpheae*, *Loaseae* u. a. (bei Payer, l. c.), *Capparideae* (bei Eichler, Flora 1865), ferner *Rubiaceae* (Stipeln) (bei Eichler: Entwickelungsgeschichte des Blattes) zeigen Beispiele von Entwickelungen getheilter oder zusammengesetzter Blätter, welche vorzüglich mit der Entwickelung des Pappus verschiedener Compositen übereinstimmen.

2) Warming, »Trichomes«; es ist hier ohne Bedeutung, dass die Haken des Kelches nicht auf einer besonderen Erhöhung entstehen.

3) Vergl. Celakovsky, Flora 1874.

stehen. Die Annahme ist dann die natürlichste, dass sie wirklich alle Trichome sind.

Sollte jeder Pappus-Körper ein selbstständiges Blatt sein, so würde dies zwar sehr leicht für die 5 ersten zu beweisen sein, allein für alle folgenden, die auf dem verbindenden Wulste entstehen[1]), um so viel schwieriger. Wir müssten dann den Ringwulst entweder als eine Axen-Anschwellung betrachten, an welcher sie entstanden, oder als eine durch Vereintwachsen aller Blätter entstehendes Primordium, aus welchem sie sich nach und nach selbstständig herausdifferenzirten. Im ersten Falle müsste bewiesen werden, dass der Ringwulst eine Axen-Anschwellung sei, und hierfür vermag ich keine Gründe zu finden. Im zweiten erhielten wir ein Primordium von einer ungeheuren Menge von Blättern gebildet, die auf verschiedener Höhe inserirt sind; ein solches Primordium kennen wir nicht. In den Cyclomen der Primulaceen, Malvaceen, Oenotheren u. a. ist doch nur ein Blattwirtel vorhanden, und dieser Fall primitiven Vereintwachsthums lässt sich sehr leicht in Einklang mit den sonst bekannten Beispielen von Vereintwachsen von Organen eines Wirtels bringen; zwar liegen auch Fälle vor, wo ein primitives Vereintwachsen von Organen, die zwei aneinander liegenden Wirteln gehören, vorkommen (z. B. Kron- und Staubblättern bei *Saxifraga* nach meinen eigenen Untersuchungen, Kron- und Staubblättern bei *Canna* nach Eichler in Botan. Ztg., 1873), aber ein Fall, wie dieser sein würde, ist noch unbekannt und kommt wahrscheinlich auch nicht vor; denn der Ringwulst, welcher den Staubblättern bei den Cistineen (Payer l. c. Pl. 3) vorausgeht, ist ja anders zu deuten. Selbst wenn er als Podium einer Menge vereint wachsender basipetal entstehender Blätter zu betrachten sein sollte, oder selbst wenn bewiesen werden könnte, dass der Kelchwulst wirklich eine Axen-Bildung wäre, an welchem die Pappus-Körper frei entständen, so ist eine so unregelmässige, unordentliche Entstehungsfolge von Blättern wie die bei einer *Lappa*, *Lactuca*, *Senecio*, *Cineraria*, *Sonchus* vorkommende Entstehungsfolge der Pappus-Körper völlig analogielos, dem Blatte sicherlich ganz fremd (vergl. unten: Stellungsverhältnisse).

---

1) Hie und da kommt es wohl vor, dass 6 vielleicht auch noch mehr selbstständig entstehen. Ueber die Erklärung von diesem Falle siehe unten.

Dass Theorien von primitivem Vereintwachsthume mehrerer Blattwirtel aufkommen können, zeigt Köhne's Theorie der Compositen-Blüthe. Daher fand ich es nicht überflüssig, diese Annahme hier kurz zu besprechen.

Was ich aus der Entwickelung im Allgemeinen schliessen muss, ist dieses: die Pappus-Körper können, ausgenommen die fünf erst angelegten, keine selbstständige Blätter sein. Dagegen lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, ob sie Metablasteme oder Blattzipfel sind. Die unordentliche Entstehung in der *Senecio-Lactuca*-Gruppe deutet auf das erste, die mehr regelmässige in der *Cirsium*-Gruppe eher auf das zweite.

b) Die Stellungsverhältnisse

sind in engem Vereine mit der Entwickelungsfolge zu behandeln. Wenn aber physikalische Gesetze den Stellungsverhältnissen seitlicher Glieder zu Grunde gelegt werden müssen, dann ist es klar, dass dieselben für alle seitlichen Glieder gelten müssen, ob sie der einen oder der anderen Grundform gehören. [Wir sahen jedoch, dass das Suchen nach dem besten Platze nicht allein massgebend war für die Bildung der ersten Pappus-Körper; wenn das Ovarium nicht ungewöhnlich stark zusammengedrückt ist, entwickeln die ersten starken Pappus-Körper sich gewöhnlich in der 5-Zahl, selbst wenn man nach der Stellung der umgebenden Blüthen und dem vorhandenen Raume z. B. nur vier erwarten könnte — vergl. z. B. 1, Fig. 23, *Cirsium arvense*, die mittlere Blüthe].

Aus den Stellungsverhältnissen lässt sich also durchaus nicht beweisen, dass die noch hinzukommenden Pappus-Körper etwa Blätter sind oder Blattzipfel oder Trichome. Einerseits liegen auch Beobachtungen vor, welche zeigen, dass inconstante Divergenz-Winkel zwischen Blättern einer Axe vorkommen können, z. B. bei den Centrolepideen nach Hieronymus[1]), bei den zuerst entwickelten zusammengedrängten Blättern eines *Utricularia*-Keimlings nach meinen Beobachtungen[2]); vergl. auch Hofmeisters Allgem. Morphologie. Ferner andere[3]),

1) Beiträge zur Kenntniss der Centrolepideen, 1873.

2) Warming, Contributions à la connaissance des Lentibulariées. Videnskabelige Meddelelser, 1874.

3) Hofmeister's Allgem. Morphologie.

welche zeigen, dass die auf einander folgenden Blattwirtel von ungleicher Zahl sein können, dass Blätter eines Wirtels per paria angelegt werden, ohne dass Andeutung von Dédoublement eines ursprünglich einfachen vorliegen, u. s. w. Nimmt man also allein darauf Rücksicht, wie die Pappus-Körper sich bei einer *Tragopogon* in Relation zu einander stellen, lässt sich nicht in Abrede stellen, dass sie vielleicht selbstständige Blätter sein könnten.

Andererseits sehen wir aber Blattzipfel und Trichome sich so übereinstimmend mit den Blättern ordnen, dass ihre Stellungsverhältnisse in Nichts von den bei diesen vorgefundenen abweichen, z. B. Staubblättchen vieler zusammengesetzten Staubblätter (vergl. Payers Organogénie, Hofmeister's Allgem. Morphologie), Kelchhaken bei *Agrimonia*, die Schuppen der Früchte bei den Lepidocaryinen nach Martius (die sich auch in absteigender Folge bilden), die Stacheln des Hüllkelchs bei *Xanthium*[1]) (vergl. A. Braun, das Individuum, S. 120; Baillon, Adansonia IV; Köhne Blüthenentwickelung etc. S. 25), die Schuppen der Cupula bei *Quercus* (vergl. Hofmeister Allgem. Morphol.), oder doch in recht regelmässiger Alternation mit einander: z. B. die *Gunnera*-Stipeln (nach Reinke, Morphol. Abhandlungen), die Haare von *Salvinia* (nach Pringsheim, Jahrb. III, stehen die Haare in bestimmten Reihen, »ähnlich wie die Blätter«), die Tentakeln des Blattrandes bei *Drosera* (vergl. meine »Trichomes«), die Barthaare der *Menyanthes*-Krone u. s. w.

Während es bei den Pflanzen des *Cirsium*-Typus allein nach den Stellungsverhältnissen unentschieden bleiben muss, ob die nach den fünf ersten hinzukommenden Pappus-Körper als Blätter oder Blatt-Lacinien oder Trichome aufzufassen sind, stellt die Sache sich doch etwas deutlicher bei den Pflanzen des *Senecio-Lactuca*-Typus: ein so completter Mangel an Ordnung, an Constanz der Divergenz-Winkel, an regulären Wirteln, und dazu noch an nach bestimmter Seite hin fortschreitende Entstehungsfolge ist für die Phyllome, ja selbst für die als eigentliche Phyllom-Lacinien angesehenen Körper (gewiss selbst dann, wenn man die Eichen mit zu den Blatt-Lacinien rechnet, — das

1) Ich führe diese hier an, weil es mir noch zweifelhaft ist, ob die Schuppen und Stacheln derselben wirklich selbstständige Blätter sind, und nicht Emergenzen.

sollte denn bei den Orchideen sein —) so unbekannt, andererseits aber für die Trichome so characteristisch, dass die Annahme den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit erhält, dass diese Pappus-Körper Trichome sind [1]).

---

1) In seiner »Anticritique« (Videnskabelige Meddelelser) bespricht Lund auch die Stellungsverhältnisse der Pappus-Körper. Ich hatte (»Trichomes«) ausgesprochen, dass in der Zahl und Stellung der Pappus-Körper unter sich die grösste Unordnung herrsche, und fand eben hierin einen Grund gegen die Annahme ihrer Natur als selbstständige Blätter. Ich kann im Allgemeinen bei meinen früheren Worten stehen bleiben, denn wenn die ganze Familie der Compositen betrachtet wird, ergiebt sich gerade die grösste Variabilität in der Zahl, die grösste Variabilität in der Stellung, und bei fast keiner einzigen Constanz der Divergenz-Winkel, wie ich oben (S. 79—101) detaillirt nachgewiesen habe. Ich bin aber gewiss, wie ich bei näherem Nachdenken sehe, in der Werthschätzung der Stellungsverhältnisse für die Entscheidung einer morphologischen Frage, zu weit gegangen.

Lund seinerseits bestrebt sich nun aus den litteraturhistorischen Aufzeichnungen (Köhne's, Buchenau's, Hofmeister's) über die Stellungsverhältnisse zu beweisen: 1) das wir nichts sicheres wissen und 2) dass die Pappus-Körper nach den vorliegenden Daten sehr wohl äusserst regelmässig gestellt sein können und äusserst regelmässig (d. h. ganz in Uebereinstimmung mit den für Blätter bekannten Fällen) entstehen können (vergl. Anticritique, Résumé pg. 17). Es heisst: »Si nous revenons maintenant à la statistique donnée plus haut, nous voyons que tous les cas mentionnés sous 1, 2, 4 et 5 ou sont parfaitement réguliers, ou — d'après le peu que nous en savons pour le moment — peuvent être réguliers; une seule espèce, le *Callistephus chinensis*, fournit un exemple certain d'irrégularité«; denn von dieser Art sagt Köhne: die Pappus-Körper erheben sich »der Zahl nach mehr als fünf und von ziemlich unregelmässiger Stellung«. Endlich fügt er noch *Bidens, Coreopsis, Helianthus* und *Actinomeris* als unregelmässige hinzu, erklärt aber diese »rapports de position irréguliers« als durch »deplacement« (»Verschiebung«) entstanden, wobei er auf Hofmeister's Allgem. Morphol. pg. 462—482 verweist; hier spricht dieser aber über »Entstehungsfolge seitlicher Sprossungen« und was er von »Verschiebung« sagt, gilt so viel ich sehe, die Verschiebung eines Blattwirtels in Relation zu dem nächstälteren. Dem sei nun aber wie ihm wolle.

Hätte Lund sich die Mühe gegeben, in der Natur nach Belegen für die Richtigkeit seiner Ansicht zu suchen, so würde er sich bald von der Unmöglichkeit sie zu finden überzeugt haben. Das einzige was er nach eigener Untersuchung angiebt, ist die dürftige Bemerkung über *Cirsium palustre* (siehe oben S. 94), und dann die noch dürftigere und grundfalsche Geschichte, dass er hat

c) Anatomischer Bau und Entwickelung der Pappus-Körper.

Oben kamen wir zu dem Resultate, dass die Anlegung und das Wachsthum sowohl der Trichome als Phyllome, Kaulome und Wurzeln

---

»constaté que les rayons d'aigrette chez les genres *Sonchus*, *Senecio*, *Lactuca* etc., sont fasciculés«, wodurch die unordentliche Stellung der Pappus-Körper dieser Gattungen nur »scheinbar« wird. Er vergisst aber zu sagen: welche regelmässige Stellung denn herrscht.

Nachdem er so bewiesen hat, dass die Pappus-Körper der Compositen recht wohl regelmässig gestellt sein können, worüber wir aber noch nichts wissen, weil zu wenig Untersuchungen gemacht sind, kommt er zu dem merkwürdigen Schlusse: »que M. Warming a des idées complètement inexactes sur les rapports de position de l'aigrette«. Man sollte doch glauben, der Schluss müsste heissen: wir wissen nichts, ergo kann sowohl ich (L.) Recht haben, der ich eine sehr regelmässige Stellung annehme, als W., der eine sehr unregelmässige Stellung annimmt.

An dieser Stelle werde ich noch Hofmeister's Behandlung des Compositen-Kelchs Erwähnung thun. Es heisst in der Allgem. Morphol. S. 468: »Bei reichster Ausbildung des Kelchs von Compositen besteht derselbe aus mehreren, einander superponirten, vielgliedrigen, unter sich alternirenden Wirteln: z. B. 25-gliedrigen bei *Centaurea Scabiosa* . . . . [5] [5 Buchenau in Abh. Senckenb. Ges. I, Taf. 6, Fig. 37, 38]. In den meisten Fällen bilden die Kelchblätter nur einen einzigen, spät auftretenden Wirtel: so der vielgliedrige der *Hieracien* [6] [6 Payer, Organogénie, Taf. 134, Fig. 33, 34], der etwa 15-gliedrige von *Sonchus* [7] [7 Buchenau in Abh. Senckenb. Ges. Fig. 19], der 10-gliedrige der *Centaurea Jacea* [8] [8 Payer, Organogénie, Taf. 134, Fig. 35—37], der 5-gliedrige von *Bidens* [9] [9 Buchenau, in Abh. Senckenb. Ges. I, Fig. 28].

Es sind hier fast eben so viele Unrichtigkeiten als Angaben, und der Grund ist zum grössten Theile der, dass Hofmeister alle diese Angaben auf die Zeichnungen anderer gestützt hat (und wer weiss, wie genau sie gezeichnet haben, besonders wenn sie, wie Payer, sich gar nicht, wie es scheint, um die Zahl der Pappus-Körper kümmerten). Der Beweis hierfür ist der, dass alle Angaben von den (hier angeführten) Citaten der Abbildungen Buchenau's und Payer's begleitet sind; dass man, wenn man die auf diesen gezeichneten Pappus-Körper zählt, und [da die Blüthen nur von einer Seite gesehen sind] mit 2 multiplicirt, dann etwa die angeführten, zu einem Multiplum von 5 abgerundeten Zahlen erhält; ferner darin, dass die Fehler Payer's von Hofmeister aufgenommen werden, und Payer hat einen recht groben (wahrscheinlich auf Namenverwechselung beruhenden) Fehler, indem er *Centaurea Jacea* mit Pappus ab-

der Phanerogamen vielleicht auf eine einheitliche Weise zurückgeführt werden kann; dass die Differenzen zwischen ihnen zum grossen Theil darauf beruhen, wie kräftig das angelegte Glied ist, welche Strata im mütterlichen Körper in Arbeit versetzt werden, und wie weit die Ausbildung geführt wird, ob bis zur Anlegung eines Gefässbündels oder Gefässbündel-Systems u. s. w. Innerhalb der Reihe der Metablasteme oder Trichome kommen alle möglichen Ausbildungsgrade vor vom einfachen einzelligen Haar zu den mächtige Gefässbündel führenden *Datura*-Stacheln u. a., und ebenso findet man innerhalb der Phyllome sehr verschieden weit geführte Specimina. Es ist klar, dass die vergleichende Anatomie uns gar keine Beweise leisten kann zum Entscheiden, ob wir ein Blatt, eine Blatt-Lacinie oder ein blattständiges Trichom vor uns haben, unmöglich eine Grenze fixiren kann, wo die Lacinie aufhört und das terminale Trichom anfängt[1]); daher können wir auch nicht entscheiden, ob nicht ein grossen Theil, und wie gross

---

bildet, und unglücklicherweise hat sie gar keine Spur von solchem. Unter Hofmeister's Händen entwickelt sie sich weiter: die Zahl der Pappus-Körper wird auf 10 fixirt. Ueber *Bidens tripartita* sagt Buchenau sehr richtig, dass sie gewöhnlich 2, »gar nicht selten aber ausser diesen noch eine, zwei oder drei mit ihnen in gleicher Höhe stehende« Pappus-Körper hat. Die von Hofmeister citirte Figur zeigt eben nur einen einzigen entstehenden Pappus-Körper. Nichts desto weniger erklärt Hofmeister den Pappus-Wirtel von *Bidens* für 5-gliedrig. — Dieses alles geht nun glatt bei Lund durch, und wird als vorzügliche Stütze, ja fast Hauptstütze für seine Theorie der Möglichkeit der Regelmässigkeit benutzt, — ja *Sonchus* wird obendrein verbessert, »etwa 15-gliedrig« wird zu »1 verticille à 15 éléments« (Anticritique, Résumé pg. 16), doch ist er so vorsichtig, *Bidens* wegzulassen, auch scheint er daran zu zweifeln, dass die Zahl der Pappus-Körper bei (dem pappuslosen) *Centaurea Jacea* so bestimmt sei.

Es heisst nämlich, »relativement à cette dernière, il faut cependant tenir compte de l'indication incertaine de Mr. Buchenau, p. 125«; aber Buchenau sagt nur: »die Zahl dieser Körperchen« (des Pappus) »ist oft bei einer und derselben Species schwankend und auch die Anordnung in vielen Fällen nicht so constant, dass man aus ihr auf eine bestimmte Beziehung zu den anderen Blüthenwirteln schliessen könnte. Namentlich fehlt eine solche bei *Centaurea* gänzlich . . . .«

Auf Köhne's Kritik von Hofmeister nimmt er keine Rücksicht, obgleich er sonst Köhne benutzt.

1) Vergl. auch Delbrouck, über Stacheln und Dornen, in Hanstein's Abhandl. Bd. 2, pg. 86, 88.

ein Theil jedes der fünf primären Pappus-Körper bei *Tragopogon* etc. dem Blatte selbst, und wie gross ein Theil einer möglicherweise terminalen Emergenz zuzuschreiben ist. Betrachtet man die grosse Menge der bei den Phanerogamen vorkommenden Blätter, so wird man wohl solche finden können, z. B. Bracteen, die im Bau von den Pappus-Körpern des *Cirsium*-Typus nicht verschieden sind; aber bisher hat man, so viel ich weiss, noch kein einziges Blatt gefunden, das auf einer so niedrigen Stufe steht wie die haarförmigen Pappus-Körper des *Senecio-Lactuca*-Typus. Die Anatomie wird daher entschieden ungeneigt sein, diese letzten für selbstständige Blätter oder für Blatt-Lacinien zu erklären, für sie stehen sie als Haare.

Sams. Lund schreibt (Anticritique, Videnskab. Meddel. 1873, Résumé pg. 12): »J'ai montré au long dans mon mémoire (»Le calice des Composées pg. 123—160) qu'il existe une grande différence de structure et de développement entre les diverses formes d'aigrette, mais une différence telle que ces formes passent de l'une à l'autre par une transition des mieux graduées. Cette connexion nous conduit forcément à reconnaître, que, quelle que soit la conclusion qu'on tire quant à l'une de ces formes prise isolèment, la même conclusion doit pouvoir être étendue à toutes les autres«. Dieses hat nun Hänlein in so hohem Grade imponirt, dass er schliesst: »Diesen Beweis von Lund konnte selbst Warming nicht widerlegen«.

Diese ganze Argumentation hat aber als einzige Grundlage den Bau und die anatomische Entwickelung, und dass der Bau in dieser Frage so gut wie nichts bedeutet, geht aus Obigem hinlänglich hervor. Ich werde noch einmal an die wirtelig gestellten Blätter der Stellaten erinnern; sie sind einander völlig gleich, wenn ausgebildet, dennoch sind sie morphologisch sehr verschieden, was schon lange festgestellt ist, und zwar auf ganz ähnliche Weise, wie ich für den Pappus vieler Compositen annehmen muss: einige der Blätter (resp. Pappus-Körper) entsprechen den Blättern selbst oder den Endtheilen derselben, andere entsprechen Seitentheilen (Stipeln oder Lacinien) der Blätter. Dieses reicht wohl hin um »den Beweis von Lund zu widerlegen«.

Lund hat aber noch mehr, und zwar sein »Haupt-Argument«. Zwischen einem Pappus-Körper von *Cirsium arvense* und einem der inneren Involucral-Blättern derselben Species findet er sieben Uebereinstimmungen in histologischem Bau und Entwickelung (vergl. Anti-

critique pg. 13). Dann schliesst er: »Par consequent, en suivant de bas en haut sur la tige du *Cirsium arvense* la série des formations de feuilles, on voit que l'aigrette ne présente pas seulement les caractères généraux des feuilles des Phanérogames, mais vient se ranger d'une manière naturelle dans toute la série des formations de feuilles chez la même plante, comme elle est dans un rapport très etroit avec les feuilles péricliniques. — Que dit maintenant M. Warming? Il néglige essentiellement ce point, qui constitue l'argument capital«. Hier hat Lund einmal etwas, was richtig ist; ich habe diesen »Hauptbeweis« negligirt und werde es fortwährend thun. Es wäre gewiss sehr leicht solche Uebereinstimmungen zwischen Pappus und Involucral-Blätter durch weit mehrere Beispiele schlagend illustriren zu können, — man erinnere z. B. *Xeranthemum*, *Chardinia* etc. — und schon 1816 schrieb Cassini (Opuscules, I, 219): »les piéces dont se compose l'aigrette ont une analogic évidente avec les paillettes du clinanthe et celle ci avec les écailles du péricline«. Was äusserlich so ähnlich sein kann, wird gewiss auch innerlich völlig übereinstimmen. Dass solche Uebereinstimmungen dennoch keine morphologische Gleichwerthigkeit zu bezeichnen brauchen, zeigen also z. B. die Stellaten. Hätte L. zeigen können, dass die Involucral-Blätter ganz leise in die Pappus-Körper übergingen, so dass diese z. B. eine von jenen begonnene Spiral-Stellung fortsetzten, dann hätte er ein Factum von Bedeutung angeführt. Nun stehen sie aber an zwei verschiedenen Axen, sogar oft durch den Spreuborsten getrennt, über deren Natur er nichts zu sagen hat, und es dürfte doch wohl jedem einleuchtend sein, dass diese histologischen Uebereinstimmungen nicht beweisen können, dass alle Pappus-Körper Blattbildungen sind (z. B. Lacinien der Kelchblätter), noch weniger die Meinung Lunds, dass jeder Pappus-Körper ein selbstständiges Blatt sei. Eine bis in die kleinsten Einzelheiten gehende Uebereinstimmung anatomischer Ausbildung zwischen zwei Glieder zeigt höchstens, das sie vielleicht dieselbe Function auszuführen haben, nicht aber wahre Homologie, selbst wenn sie derselben Pflanze gehören.

Man erinnere sich nun aber, dass obenstehendes »l'argument capital« für Lund war, um jeden Pappus-Körper als ein selbstständiges Blatt zu betrachten. Doch muss ich hier bemerken, dass, wenn Lund am Ende eines Abschnittes seine Schlüsse zieht, »heisst es wiederholt

»nous en concluons que l'aigrette est un vrai calice«. Dieser Ausdruck ist so schwebend unbestimmt gehalten, dass ich von meinem Standpunkte aus fast dasselbe sagen könnte, und doch ist unser Standpunkt sehr verschieden. Sollte Lund seinen früheren Standpunkt aufgegeben haben, dass jeder Pappus-Körper einem Blatte entspricht, und den Rückzug hinter diesen höchst unklaren Worten maskiren? Es scheint nicht der Fall zu sein, denn es heisst doch noch (z. B. Anticritique pg. 25): . . . . »chaque rayon d'aigrette équivalant à un sépale«. Dann wird man aber auch verlangen können, dass er uns klar und bestimmt beweist, warum diese seine Meinung anzunehmen ist, und sind seine Beweise überzeugend, so werde ich ohne Scheu die meinige aufgeben.

d) Bildungsabweichungen.

Sowohl bei Betrachtung des Entwickelungsganges im Allgemeinen, als bei Betrachtung der Stellungsverhältnisse und des anatomischen Baues drängte sich der Gedanke auf, dass die Pappus-Körper der zum *Senecio*-*Lactuca*-Typus gehörenden Gattungen sich von denen des *Tragopogon*-*Cirsium*-Typus entfernen; jene treten als reine Haare dem mit breit abgerundeten Blattzipfeln versehenen Kelche gegenüber auf; diese vielmehr theilweise als den (je mit einem terminalen Trichom versehenen?), Endzipfeln der Kelchblätter, theils als zwischenliegenden randständigen und dorsalen Zipfeln und Emergenzen homolog auf. Der Gedanke, dass die Pappus-Körper der verschiedenen Compositen-Gattungen nicht homolog sind, erhält Bestärkung bei Betrachtung der vollständiger bekannten aufgefundenen Bildungsabweichungen. Diese gehen, wie es scheint, in zwei Richtungen: entweder hat jeder Pappus-Körper das Vermögen, als ein blattähnliches, grünes, gewöhnlich lancetliches und oft mit Gefässbündeln versehenes Organ ausgebildet zu werden; oder es erheben sich ähnliche grüne Blätter in begrenzter Zahl, zwischen oder auf welchen die Pappus-Körper unverändert (wohl aber in geringer Zahl) stehen.

Betrachten wir einige der besser bekannten Fälle.

Eine der spätesten Publicationen über Missbildungen ist die von Treub[1]). Er fand mehrere Köpfchen, die durch Insectenstiche de-

1) Archives Neerlandaises, t. VIII.: Notice sur l'aigrette des Composées à propos d'une monstruosité de l'*Hieracium umbellatum* L.

formirt waren; dadurch waren die Receptacula stark aufgeschwollen, und die höchst gestellten centralen Blüthen weiter von einander gerückt als im unveränderten Köpfchen; wie man von den centralen Blüthen nach der Peripherie geht, wird auch allmälig der gegenseitige Abstand vermindert, bis man zu den Randblüthen kömmt, wo er normal ist. Die centralen Blüthen entfernen sich am meisten, die peripherischen am wenigsten von den normalen. Bei den centralen Blüthen fand er statt des Pappus einen normalen aus 5 grünen gefässbündelführenden Blättern bestehenden Kelch. Bei den mehr peripherischen, weniger freistehenden Blüthen fand er ähnliche Blätter, aber in grösserer Zahl und theilweise schon weniger breit und am Rande gezähnt, wobei ein Uebergang zu dem gewöhnlichen Pappus gemacht wurde; auch fand er hier keine »prédominance des cinq places d'insertion (vis-à-vis des étamines)«, woraus vielleicht zu schliessen ist, dass jene 5 der inneren Blüthen vor den Kronblattzwischenräumen standen, obgleich es nicht ausdrücklich gesagt wird; es fand sich endlich, wenn er weiter nach der Peripherie ging, eine vollständige Uebergangsreihe zu dem normalen Pappus. Einmal beobachtete er den directen Uebergang der fünf Kelchblätter bei den centralen Blüthen in die zahlreichen Pappus-Körper, indem jedes Blatt sehr tief in 3 oder 4 grüne linealische Zipfel getheilt war, so dass man scheinbar »un verticille, composé d'une vingtaine de folioles vertes« hatte. Hieraus zieht der Verfasser folgenden Schluss: »Le fait décrit dans cette notice démontre d'une manière incontestable, que la cause du changement du calice en aigrette, cause d'ailleurs prèsumée par Mr. Buchenau, n'est autre que le placement serré des fleurons sur le receptacle . . . . Les faits représentés dans les figures . . . me font croire, que l'aigrette s'est formée par la division progressive d'un calice à cinq folioles, opinion émise par le docteur Köhne, mais que luimême n'admet pas positivement«. Vergleicht man hiermit die von mir oben (S. 88, Fig. 9—11, Taf. 9) mitgetheilte Entwickelungsgeschichte, so sieht man, dass jene 5 Kelchblätter den stark vorspringenden in je einen Pappus-Körper auswachsenden 5 Ecken (oder Blättern) des Kelches entsprechen müssen. Diese zuerst gebildeten Körper persistiren selbst wenn alle nachfolgenden unentwickelt werden, und zeigen eben dadurch, dass sie eine wichtigere Rolle im Blüthenbau spielen.

Viele andere Fälle sind aufgezeichnet, in welchen der Pappus in grüne blattähnliche genervte Körper umwandelt worden war (vergl. Köhne, Blüthenentwickelung etc., Cramer, Bildungsabweichungen, u. a.).

Bei einigen fanden sich mehr als 5 Blätter, z. B. bei *Hieracium* (*vulgatum?*) (nach Köhne l. c. 37), *Cirsium arvense* Köhne, l. c. 39), *Centaurea* (ibid. 40), *Hypochaeris glabra* (Hildebrand in Bot. Ztg. 1866, 240), *Hypochaeris radicata* (Wigand, Flora 1856), *Podospermum* (Köhne p. 37); bei anderen dagegen 5, z. B. bei *Podospermum* (nach Köhne l. c. 36, DeCandolle Organographie I, 492; seine Fig. 6, Pl. 32 zeigt 6 Pappus-Körper), *Scorzonera octangularis* (nach DeCandolle), *Tragopogon* (z. B. nach Kirschleger, Flora 1841, I, 342 und 1843, I, 134), *Cirsium palustre* (Köhne p. 39), *Crepis biennis* (Köhne p. 39), *Hypochaeris radicata* (Kirschleger, Flora 1841, 343, Wigand, Flora 1856, 717: »5 gleiche, eiförmige mit den Corollenzipfeln alternirende Blättchen«); selten scheinen aus vielen Pappus-Körpern abnorm weniger als 5 gebildet zu werden: nur bei Köhne fand ich folgendes über *Crepis biennis:* »Pappus aus 5 (manchmal auch weniger) Blättchen gebildet«. Dagegen kommen mehr als gewöhnlich vor bei solchen, die normal unter fünf haben z. B. *Coreopsis* (Köhne pg. 41).

Hier werde ich auch ein von mir untersuchtes monströses Exemplar von *Tragopogon pratense* erwähnen. Es hatte vier abnorm ausgebildete Köpfchen; die Abnormität bestand darin, dass secundäre Köpfchen sich anstatt der Blüthen entwickelt hatten, wobei die innersten Blüthen des Köpfchens am stärksten umgebildet waren, in weit länger gestielte Köpfchen ausgewachsen waren, als die peripherischen; es zeigte sich ferner, dass dieses auf reinem Durchwachsen beruhete, denn Kelch, Krone, Staubblätter und Fruchtblätter jeder Blüthe waren erhalten, und zwischen ihnen hatte das secundäre Köpfchen, dessen Blüthen wieder durchwachsen waren, sich gehoben. Ich gebe zum besseren Verständniss einige Details. An den Köpfchen waren gewöhnlich die 8 Involucral-Blätter unverändert, und stützten je eine Blüthe. Statt einer der innersten Blüthen fand sich nun ein 5 Cm. langes Gebilde, folgendermassen ausgestattet. In 15 Mm. Höhe stand auf dem dicken Stiele das hintere Kelchblatt; dann folgten nur, wenig höher inserirt, die vier anderen in typischer Stellung; alle waren aus einem

etwa 1 Cm. breiten Grunde langsam zugespitzt und 10—15 Mm. lang, hatten Spaltöffnungen, führten Chlorophyll und mehrere durch Anastomosen verbundene Längsribben. An der Vorderseite der Blüthe stand die vergrünte, übrigens normale Krone mit freien Staubträger-Rudimenten. Nach einem Zwischenraume von anderen 15 Mm. folgten die Fruchtblätter, die an ihrem Grunde besonders an der einen Seite verwachsen waren, übrigens stark entwickelt, bis 15 Mm. lang, aus dem breiteren Grunde langsam verschmälert, mit Nerven versehen. Sie umschlossen ein secundäres Köpfchen, ohne dass zwischen diesem und ihrem Grunde Spuren irgend einer anderen Bildung, etwa eines Eichens, aufzufinden waren. Das secundäre Köpfchen hatte wieder durchwachsene Blüthen. — Was nun hier interessirt, ist der Kelch: nirgends an allen Blüthen waren mehr oder weniger als 5 Blätter vorhanden, die mit der Krone in Alternation standen, und die völlig blattähnlich waren, wie die oben beschriebenen.

Für die hier angeführten Bildungsabweichungen lassen sich (soweit sie gut bekannt sind) folgende Uebereinstimmungen aufführen:

1. Jedes der vorhandenen abnorm entwickelten kelchblattähnlichen Gebilde entspricht Einem Pappus-Körper, und diese scheinen somit alle das Vermögen zu haben, sich in solche Gebilde umwandeln zu können.

2. Je weniger die ganze Blüthe umgebildet ist, je »weniger sie, wie Köhne (l. c. 37) sagt, von der Normal-Form abweicht«, desto mehr Pappus-Körper kommen zur Entwickelung. Wo die abweichende Ausbildung am stärksten war, fanden sich fast immer nur 5 Blätter, nie schwand der Pappus aber ganz, und dieses sind Punkte von grosser Bedeutung. Dieses wird nun einfach so zu erklären sein: je früher die missbildende Kraft eine Blüthe ergreift, desto weniger Pappus-Körper sind angelegt worden, und desto weniger können selbst folglich auch abnorm ausgebildet werden, aber diese fünf fast immer vorhandenen müssen eine tiefergehende Bedeutung für den Blüthenbau haben als die anderen — sie sind die fünf Kelchblätter.

3. In einigen Fällen ist eine mehr oder weniger tief eingehende Theilung der Pappus-Körper beobachtet worden (z. B. *Centaurea* nach Köhne, *Hieracium* nach Treub); auch die von Buchenau beschriebene Missbildung bei *Centranthus* (Bot. Ztg. 1872) kann hier erinnert werden).

4. Wirft man einen Blick auf die angeführten Gattungen und erinnert ihre Entwickelungsgeschichte, so ergibt sich ein gemeinsamer Zug: sie gehören, so weit bekannt, alle zu denjenigen, deren Pappus-Körper Emergenzen sind; von denen die ersten sich zu einem fünfzähligen Wirtel zusammenschliessen und mehr oder weniger genau an der Stelle der 5 Kelchblätter stellen, indem sie die Spitze je einer Ecke des Kelchwulstes einnehmen, während die nachfolgenden oft in recht regelmässiger Folge intercalirt werden.

Sollte ich aus diesen Bildungsabweichungen etwas schliessen, so müsste es dieses sein: die Pappus-Körper der angeführten Gattungen sind ungleichwerthig; einige entsprechen den Hauptzipfeln von fünf Kelchblättern, andere sind durch starke Zipfelbildung an den Rändern und Rücken von diesen entstanden, andere vielleicht sind Metablasteme (Emergenzen). Alle können sich abnorm blattartig ausbilden, aber dieses Vermögen dürfte eben so wohl den Emergenzen als den eigentlichen Blatt-Lacinien zukommen, — können ja doch anderswo Metablasteme sich blattartig und grün ausbilden, z. B. die Spreuschuppen der Farrnkräuter, Auswüchse der Begoniaceen-Blätter. Bei stärkster Umbildung kommen nur die Kelchblätter ohne die Lacinien und Metablasteme zur Ausbildung. Der Grund zu dieser Lacinien-Bildung liegt vielleicht in dem normal vorhandenen (abnorm gehobenen) Mangel an Platz, wie aus Treubs Missbildung hervorzugehen scheint, doch wohl in Verbindung mit einer der ganzen Verwandtschaftsgruppe innewohnenden Neigung zur Bildung von Lacinien und Commissural-Zipfeln am Kelche. — Die Meinung, dass jeder Pappus-Körper ein selbstständiges Blatt sein sollte, erhält durch die Missbildungen gar keine Stützen.

Auf ganz andere Weise verhält es sich dagegen bei den Pflanzen des *Senecio-Lactuca*-Typus, so weit man aus dem kärglichen Materiale schliessen kann.

Erstens ist zu nennen die von Engelmann (De antholysi prodromus, 1832) Tab. V, Fig. 24—26 dargestellte Bildungsabweichung von *Senecio vulgaris*, die leider nicht hinreichend erklärt ist. Statt des normalen Pappus ist eine Anzahl blattähnlicher Gebilde zum Vorschein gekommen (es scheinen ungefähr 6 zu sein), auf welchen die, nur ungewöhnlich kurzen, Pappus-Körper gestellt sind.

Weit deutlicher und genauer beschrieben ist aber folgende von Emil Köhne untersuchte Bildungsabweichung von *Taraxacum*. Er hat mir die Güte erzeigt, mir sein Manuscript mit Zeichnungen (leider konnten nur wenige von diesen Platz finden) zur Publication zu überlassen, was mir in höchstem Grade lieb ist, nicht nur weil alles Material, was zur Lösung der Frage beitragen kann, werthvoll ist, sondern auch weil diese Monstrosität gerade für meine Lösung der Frage in hohem Grade spricht. Es folgt hier seine Mittheilung wörtlich abgedruckt:

»Herr Professor Braun hatte im Frühjahr dieses Jahres die Güte, mir vergrünte Blüthenstände von *Taraxacum officinale* zur Untersuchung zu übergeben und mich dabei zugleich auf die Ausbildung von Kelchblättern aufmerksam zu machen, von denen zwischen den Pappus-Haaren bis fünf aufzufinden seien. Die Form der Blüthen war im übrigen nicht bedeutend verändert, insofern als nur der Fruchtknoten nicht unbeträchtlich verlängert und der Funiculus des Ovulums sehr lang und dünn war.«

»1) Die freien Kelchzipfel waren meist etwa doppelt so lang als die Pappus-Haare, sehr schmal linealisch, vom Grunde nach der Spitze zu allmälig verschmälert, dunkelgrün, während der Pappus eine schmutzig-weissliche, die übrigen Blüthentheile eine bleich-gelblich-grüne Färbung zeigten. Fast immer waren die am besten entwickelten Kelchblätter ganzrandig, die schwächer ausgebildeten meist unterhalb der Mitte mit 1—2 sehr feinen, haarförmig auslaufenden, an der Basis deutlich grünlichen Anhängen versehen. Ein Nerv war nur an sehr schmalen Kelchblättern nicht aufzufinden, während bei weitem die meisten 1—3 parallele Längsnerven besassen. Zu noch genauerer Untersuchung des anatomischen Baues im Vergleich mit den Pappus-Haaren reichte das vorliegende Material nicht mehr aus.«

»2) Was die Stellung dieser Kelchblätter anbetrifft, so erschienen sie mit der grössesten Präcision an ganz bestimmten Stellen und in ganz bestimmten Winkelabständen von einander. Eine Verschiebung an der Blumenkrone hinauf, zweimal von mir beobachtet, schien mir von nebensächlicher Bedeutung. Die meisten Blüthen besassen drei Sepala, von denen eins ausnahmslos genau unter dem Spalt der Blumenkrone stand, die beiden andernäg sehr nach vorn, und zwar war

der gegenseitige Winkelabstand der letzteren halb so gross, als ihr Abstand vom hinteren Kelchblatt. Manchmal waren alle drei gleich kräftig ausgebildet, häufiger jedoch das hintere viel schmaler als die beiden vorderen.«

»Fanden sich nur zwei Sepala, so waren es entweder die beiden vorderen oder das hintere und ein vorderes. War überhaupt nur eins ausgebildet, so nahm es ebenfalls stets genau die Stelle von einem der drei schon beschriebenen ein.«

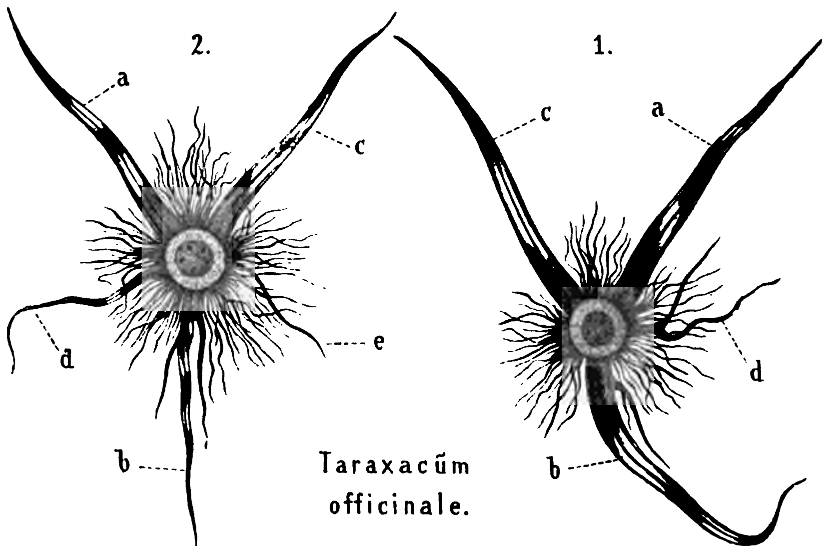


Fig. 1. Kelch von oben gesehen. Ueber und unter der Insertion von *d* stehen Haare; bei *a*, *b* und *c* nicht.

Fig. 2. Kelch von oben gesehen. Haare über und unter der Insertion von *d* und *e*, aber nicht von *a*, *b* und *c*.

Bei Ausbildung von 4 Kelchblättern trat das vierte mitten in eine der beiden grösseren Lücken zwischen dem hinteren und einem vorderen Sepalum; endlich füllte dann das fünfte auch die zweite dieser Lücken aus, womit dann ein regelrechter, fünfzähliger Kelch in die Erscheinung getreten war. An dem mir zu Gebote stehenden Material war das vierte und fünfte Kelchblatt immer nur sehr schwach ausgebildet, manchmal schwer von den Pappus-Haaren zu unterscheiden.«

»3) Von der gegenseitigen Beziehung zwischen den ausgebildeten Kelchzipfeln und dem Pappus gewann ich folgenden Eindruck: Beide führten in dem ihnen gemeinsam zu Gebot stehenden Raum gewissermassen einen Kampf ums Dasein. Die ziemlich breiten Lücken zwischen den Insertionen der Sepala wurden von reichlichen Pappus-Haaren ausgefüllt; auch standen über und unter diesen Insertionen gleichfalls Haare, aber nur bei schwacher Entwicklung der Sepala. Bei stärkerer Ausbildung derselben schwanden die darüber und darunter stehenden Haare immer mehr, und in vielen Fällen war der Haarkranz durch die Kelchblatt-Insertionen völlig unterbrochen. Niemals indessen drängte sich hierbei irgendwie die Vorstellung auf, als seien die Sepala gleichsam durch eine seitliche Verschmelzung von Haaren entstanden. Vielmehr schienen sie die vereinzelten, fast haarförmigen Seitenanhänge mit derselben Berechtigung zu tragen, wie jedes andere gewimperte Blatt. Sie boten sich dar als völlig neue, zuvor nicht vorhandene Bildung, welche nicht aus dem Pappus, sondern trotz des Pappus entstand und ihn gewaltsam aus seiner Stellung verdrängte.«

»Es sei mir erlaubt, einige allgemeine Schlussfolgerungen anzuknüpfen. Hänlein[1]) sagt: »Es wird mehr oder weniger der individuellen Anschauung überlassen bleiben müssen, den Pappus für einen Kelch zu halten oder nicht. Ueberhaupt ist der ganze Streit um die Natur des Pappus zum grossen Theil ein reines Wortgefecht .... Am einfachsten dürfte es sein, den Begriff des Kelchs dahin zu erweitern, dass derselbe den Pappus und ähnliche Bildungen mit umfasst: der ganze Pappus-Streit würde damit von selbst fallen.« Dies ist ein Irrthum, er würde nicht fallen. Die Frage liegt ganz anders, als Hänlein meint, der den Kern der Sache gar nicht erfasst hat. Die richtige Fragestellung ist vielmehr: »Haben die Vorfahren der Compositen einen Kelch im gewöhnlichen Sinne des Worts besessen?« Diese Frage wird durch die oben besprochne Vergrünung, (wie auch durch ähnliche, früher von andern Beobachtern beschriebene) nach meiner Ansicht zunächst für *Taraxacum* definitiv und unwiderleglich

---

1) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Compositenblüthe in Schenk und Luerssen, Mitth. aus d. Gesammtgeb. der Botanik II. p. 175.

bejaht. Die Bejahung für *Taraxacum* schliesst aber nach phylogenetischen Grundsätzen bei der grossen Uebereinstimmung im Blüthenbau die Bejahung für alle Compositen in sich.«

»Nun erst kann die weitere Frage gestellt werden: »Ist der Pappus nur durch eine Formveränderung dieses Kelches selbst entstanden, d. h. ist er ihm trotz seiner trichomartigen Ausbildung morphologisch gleichwerthig, oder ist er eine Neubildung von morphologisch verschiednem Ursprung, die den Kelch nur scheinbar, nämlich dem Ort, nicht aber der morphologischen Natur nach ersetzt?« Auch auf diese Frage scheint mir die vorliegende Vergrünung eine fast unbedingt entscheidende Antwort zu geben. Denn da hier Pappus und Kelch nebeneinander und in ihrer Entstehung unabhängig von einander, ja sogar in gegenseitigem Kampf bestehen, so scheint mir bewiesen, dass bei *Taraxacum* beide morphologisch verschieden sind. Construire ich mir aus dem umgekehrten Gange der ganzen Vergrünungsgeschichte das allmälige Auftreten des Pappus an Stelle des Kelchs, wie es bei den Vorfahren von *Taraxacum* wahrscheinlich stattgefunden hat, so gewinne ich etwa folgendes Bild:«

»Der obere Rand des Fruchtknotens[1]) trug fünf freie Kelchzipfel und zwischen denselben Haare. Vielleicht waren auch die Zipfel selbst entfernt gewimpert. Die Haarbildung, die ja fast immer sehr variabel ist, gewährte nun denjenigen Individuen, bei denen sie stärker hervortrat, den Vortheil einer etwas leichteren Samenverbreitung, eines Ueberhandnehmens auf Kosten der Individuen mit schwächer behaarten Früchten. Hierin lag der Anstoss zu gesteigerter Haarbildung bei gleichzeitiger Verschmälerung der grünen, die Schwere der Frucht unnütz erhöhenden Kelchzipfel, bis endlich die letzteren, auf Null reducirt, die Wirkung des Haarkranzes gar nicht mehr beeinträchtigten. Ich betrachte demnach den Pappus als eine dem Kelch anderer Pflanzen durchaus ungleichwerthige Trichom-Bildung, welche den im Bauplan der *Taraxacum*-Blüthe vorgesehenen fünfzähligen Kelch ganz verdrängt hat. Das heutige *Taraxacum* besitzt factisch keinen Kelch, aber es besitzt ihn typisch. Der Pappus ist kein umgewandelter Kelch,

---

1) Hierbei ist unerheblich, ob der unterständige Fruchtknoten ein Axengebilde ist oder aus verwachsenen Blattkreisen besteht.

sondern ein Usurpator des Gebiets, welches früher den freien Kelchzipfeln zukam. Er ist ein morphologisch niedriger stehendes Anhangsgebilde.«

»Frägt sich höchstens noch, wessen Anhangsgebilde? Antwort: des unterständigen Fruchtknotens, d. h. eines Axenorgans — nach der am meisten verbreiteten Anschauungsweise, oder aber des an der Bildung des Fruchtknotens betheiligten Kelchs — nach meiner persönlichen Ueberzeugung.«

»Ich bemerke noch, dass meine hypothetische Darstellung der phylogenetischen Pappus-Entwicklung keine Nutzanwendung auf die übrigen Compositen gestattet bei der so verschiednen Ausbildung des Pappus. Wo derselbe z. B. aus wenigen Schüppchen besteht, da kann seine phylogenetische Entstehung möglicherweise eine ganz andre gewesen sein; es erscheint a priori durchaus nicht unmöglich, dass solche Pappus-Schuppen stellenweise wirklich umgewandelte Kelchtheile sind. Da es mir aber hier nur darauf ankommt, aus der vorliegenden Vergrünung nahe liegende Schlüsse zu ziehen, so kann ich auf die Beurtheilung abweichender Fälle nicht näher eingehen.«

»Ein auf andrem Gebiet liegender Punkt ist noch hervorzuheben. Die drei Kelchblätter, welche zuerst auftreten, nehmen stets die Stelle derjenigen Sepala ein, welche an den meisten fünfzähligen Kelchen mit den Nummern 1—3 bezeichnet werden müssen. Das hinterste Kelchblatt kann bekanntlich meistentheils als das zweite betrachtet werden. Es ist nun sehr auffallend, dass von diesen drei Kelchblättern an der vorliegenden Vergrünung jedes beliebige allein für sich vorhanden sein, oder allein für sich fehlen kann, dass hingegen Kelchblatt 4 und 5 an dieser Gleichgültigkeit der Reihenfolge nicht theilnehmen, vielmehr ausnahmslos erst dann sich einfinden, wenn 1—3 sämmtlich gebildet sind. Ich lasse es dahingestellt, in wie weit diese Erscheinung zur Unterstützung der Eichler'schen Theorie beiträgt, nach welcher der 5-zählige Kelch sich aus einem 2-gliedrigen und einem 3-gliedrigen Wirtel zusammensetzt. Es würde in unserm Fall immer erst der obere Wirtel sich ausbilden, bevor auch der untere hervortreten kann. Die zu ergänzenden Vorblätter, welche bei den Vergrünungen ganz unsichtbar bleiben, würden dann diese Reihe von oben nach unten an Stärke abnehmender Wirtel fortsetzen. Näher hierauf einzugehen, würde zu weit führen. Es genügt mir, in dem Hervorheben dieses

Punktes vielleicht einen kleinen Beitrag zu dem für die Entscheidung der Frage nothwendigen Material geliefert zu haben.«

Berlin, im October 1875.

E. Köhne.

Aus dieser Bildungsabweichung (der Engelmanns von *Senecio* sich anzuschliessen scheint) geht unbestreitbar hervor,

1) dass die fünf Kelchblätter in typischer Stellung zur Entwickelung gekommen waren;

2) dass die haarförmigen Pappus-Körper im Gegensatze zu diesen stehen, indem sie deutlich nur Haare auf dem Rande und Flächen des Kelches sind;

3) dass die Kelchblätter übrigens auch Neigung haben sich zu theilen oder Lacinien zu bilden, und durch solche Lacinien-Bildung lässt es sich erklären, wenn *Senecio* bei Engelmann, wie es scheint, mehr wie fünf pappus-tragende Blätter hat.

Was nun aber besonderes Interesse hat, ist, dass diese Bildungsabweichung vollkommen in Uebereinstimmung mit der Ontogenese ist, die wieder durch sie erklärt wird, wodurch die aus der individuellen Entwickelung abgeleiteten Schlüsse Bestärkung erhalten: die Kelchblätter (oder vielmehr -Zipfel) entsprechen den stumpfen breiten Ecken des Kelchwulstes, und die in Menge unordentlich zum Vorschein kommenden Pappus-Körper sind wirklich, wie aus ihrem Bau und Entwickelung hervorzugehen schien, von Blatt-Lacinien verschieden; [dass sie auf den Spitzen derer Ecken zum Vorschein kommen, während die Blattzipfel des vergrünten Kelchs nackt sind, scheint dabei geringe Bedeutung zu haben; es kann auch erinnert werden, dass z. B. Wigand beobachtet hat, dass die normal gefiedert-haarigen Pappus-Körper von *Hypochaeris*, *Centranthus* abnorm entwickelt, nackt waren; auch hier dürfte die Haarbildung also vielleicht etwas nicht ursprüngliches sein.] Die Pappus-Körper von *Taraxacum* scheinen daher wirklich von jedenfalls einem Theile der bei *Tragopogon*, *Cirsium* etc. vorkommenden morphologisch verschieden zu sein.

e) Vergleichung der Compositen unter sich und mit verwandten Familien.

Es steht nun zurück, aus dem Vergleich der Pappus-Formen bei den verschiedenen Gattungen und aus dem Vergleich mit den verwandten Familien die möglichen Schlüsse über ihren morphologischen Werth zu ziehen.

1. Bei vielen Arten ist der Pappus jeder einzelnen Blüthe auf verschiedene Weise ausgebildet, z. B. bei *Crupina*, dessen Diagnose so lautet: »Pappus (der fruchtbaren Blüthen), duplex, interiore e paleis 5« (bei De Candolle 10) »brevibus latiusculis apice lacero-dentatis, exteriore e setis ∞-seriatis scabro-denticulatis exterioribus gradatim brevioribus« (Hooker et Bentham's Genera; vergl. doch auch Reichenbach Icones fl. Germ. XV, t. 18). Bei *Hyoseris scabra* DC., wo ich (3-)5 breite spreuartige Pappus-Körper in einem inneren Wirtel fand und mit Stellung wie normale Kelchblätter, und, ausserhalb diesen, Borsten in unbestimmter Zahl. Andere Beispiele bei Buchenau, Bot. Ztg. 1872: *Alagopappus, Nicolletia, Adenophyllum, Cnicus* u. s. w. Es liesse sich denken, dass Schlüsse über den morphologischen Werth des Pappus sich aus solchen Verhältnissen ziehen liessen; ich kenne jedoch keinen Fall, wo dies möglich ist. Bemerkt sei noch, dass die Zahl 5 recht häufig in dem inneren Wirtel vorkommt.

2. Bei vielen Arten herrschen Differenzen in der Pappus-Bildung zwischen den Rand- und den Scheibenblüthen (vergl. z. B. auch Buchenau l. c.). Von besonderer Bedeutung ist die oben (S. 91) erwähnte *Tragopogon*-Art, denn aus dem dort Beobachteten, zusammengehalten mit der Entwickelungsgeschichte, geht deutlich hervor, dass die bei den Randblüthen deutlich und allein ausgebildeten Kelchblätter in den centralen Blüthen zwar nicht schwinden, aber den zwischen und wohl auch auf ihren erscheinenden Borsten gegenüber mehr und mehr an Dicke zurücktreten, indem sie aber an Länge zunehmen, (etwa durch Auswachsen eines terminalen Haares?), so dass sie schliesslich diesen Borsten völlig gleich werden, und von ihnen nicht zu unterscheiden sind. Wir haben hier die Uebergangsreihe, von einem mit 5 regelmässig gestellten Körpern versehenen Kelche zu einem der eine ungeheure Zahl hat, in Einem Köpfchen, die wir durch Zusammenstellung von Köpfchen vieler Arten sonst erhalten müssen. Bei

Trag. eriospermum sind die 5 Kelchblätter dagegen selbst an dem reifen Achänium leicht von den anderen an ihrer grösseren Länge und den nackten Spitzen zu unterscheiden (vergl. oben S. 91 und Taf. 3, Fig. 17)[1]).

3. Bei einer Anzahl von Gattungen findet man stark zertheilte Pappus-Körper; diese Gattungen finden sich vorzugsweise unter den Cynareen, z. B. *Carlina* (bei *Carlina vulgaris* fand ich gewöhnlich 10 in 2—3(—5) haarfeine, durch lange 1-zellige Haare federförmige, Zipfel getheilt), *Staehelina* L.[2]) (bei Bentham et Hooker heisst es: Pappi setae basi subpaleaceae, liberae vel breviter connatae, singulae ad medium v. profundius in setas ∞ tenuissimas fissae), *Atractylis* (»pappi setae basi subpaleaceae saepeque subconnatae vel altius ∞-adelphae« nach Hook. et Bentham) u. a.

Von grösster Bedeutung ist es nun, dass sich nachweisen lässt, die Bracteen des Receptaculum vieler Cynareen durch in den centralen Blüthen immer stärker werdende und tiefer gehende Zertheilung in die Spreuborsten sich auflösen (vergl. oben S. 9 ff.), denn derselbe Entwickelungsgang lässt sich denn auch für die Kelchblätter annehmen, um so viel mehr, als auch Bildungsabweichungen darauf hinweisen.

Bei einigen Cynareen sind die Bracteen zerklüftet worden, die Kelchblätter aber nicht oder nur durch, wie es wahrscheinlich ist, Commissural-Bildungen vermehrt, z. B. *Xeranthemum*, bei welcher die Zwitterblüthen bei einigen Arten 5, bei anderen bis 15 Pappus-Körper haben, und *Chardinia* die gewöhnlich circa 10 Pappus-Körper hat;

1) Solches scheint bei verschiedenen *Tragopogon*-Arten vorzukommen, denn Bentham und Hooker schreiben (Genera plant.): »Pappi setae ..., nonnullae (5—10) saepius caeteris longiores apiceque nudae, achaeniorum exteriorum nonnunquam pauciores subpaleaceae, basi distinctae, nudae vel basi tantum pilosae«. Und auch bei *Scorzonera hispanica:* Cassini schreibt in seiner meisterhaften Beschreibung von *Lappa* in »Dictionnaire des sciences naturelles«, XXV, 1822, über diese *Scorzonera,* dass sie zwei Reihen von Pappus-Körpern hat, in der innersten 5, »régulièrement espacées et presque double des autres en longueur et en grosseur, . . ., leur moitée supérieure cylindrique, amincie de bas en haut, et dépourvue de barbes et garnie tout autour de barbellules spinuliformes, épaisses, coniques aiguës, dirigées en haut, la partie supérieure est nue«.

2) cfr. DeCandolle Réceuil de Mém. 1813, Pl. I, Fig. 28—30; Reichenbach Icones fl. German. XV, 810.

bei anderen sind sowohl die Kelchblätter mit ihren Commissural-Bildungen und auch die Bracteen zertheilt worden und stehen noch theilweise als zertheilte Körper da: z. B. *Carlina*, *Atractylis*, *Staehelina*; bei anderen sind die Bracteen noch mehr oder weniger tief zertheilt, die Kelchzipfel dagegen so tief, dass die Theile fast völlig selbstständig stehen: *Amphoricarpus* Vis.; bei anderen endlich ist sowohl die Theilung der Bracteen als der Kelchzipfel so weit vorgeschritten, dass die Theile jedenfalls in der entwickelten Blüthe als völlig selbstständige Borsten nebeneinander stehen: *Cirsium*, *Carduus*.

Dieses ist das Bild, welches sich für mich durch Betrachtung der Spreuborsten und Pappus-Körper der Cynareen enthüllt. Dabei darf man auch nicht vergessen, dass die Cynareen wegen ihres Blüthenbaues zu den Compositen gehören, die dem ursprünglichen Typus am nächsten stehen, sich am wenigsten von den Vorfahren entfernen [1]). Ganz natürlich ist es denn, wenn wir gerade bei ihnen Spuren des Entwickelungsganges fixirt finden.

Innerhalb derselben Abtheilung finden wir denn aber auch Arten, die gar keinen Pappus haben, wo der Kelch auf einen niedrigen Wulst beschränkt ist, z. B. *Centaurea Jacea*. Interessant ist nun, dass wir gerade in dieser Gattung alle möglichen Formen zwischen solchen, die lange Pappus-Borsten haben, und solche wo sie kurz sind oder ganz fehlen (vergl. Reichenbach Icones fl. German., und DeCandolle Mémoire). Dadurch wird auch das Verhältniss bei *Lappa* verständlicher: hier sind alle Pappus-Körper zu Emergenzen geworden, haben ihre Bedeutung als grössere Abschnitte des Blattes, als Blattzipfel, verloren.

4. Ob sich sonst Schlüsse über den Pappus aus einer Vergleichung der einzelnen Gattungen jeder Abtheilung oder der ganzen Familie ziehen lassen, weiss ich nicht; um dieses zu entscheiden, wäre ein sehr umfassendes systematisches Studium nothwendig, worauf ich mich jetzt nicht habe einlassen können. Uebrigens glaube ich es nicht; wir können wohl Gattungen aufstellen, die immer oder fast immer 5 Pappus-Körper haben, und, von diesen ausgehend, eine continuir-

---

1) Bei einigen Cynareen (z. B. *Xeranthemum*) treten zweilippige Kronen auf, wie einen Uebergang zu den Radiatifloren und Mutisiaceen bildend, von welchen letzten viele auch habituell Cynareen sehr ähnlich sind.

liche Reihe aufstellen, bis zu solchen, die eine ungeheure Zahl haben, etwa wie zum Theil oben in meinem Abschnitte über Stellung und Zahl gemacht wurde, aber eine solche Zusammenstellung erlaubt keine sichere Schlüsse über den morphologischen Werth. (Man vergleiche hierzu noch die Lund'schen Aeusserungen über die Uebergangsreihen etc. innerhalb der Hauptgruppen der Compositen).

5. Vergleichen wir den Kelch der Compositen mit dem der verwandten Familien (vergl. Eichler's Blüthendiagramme), werden wir bei den nächst stehenden weniger finden, was uns bestimmte Fingerzeige über die Phylogenese geben könnte; die Calycereen haben einen fast unveränderten Kelch, aber bei den Dipsaceen und Valerianeen begegnen wir denselben Schwierigkeiten wie bei den Compositen, ohne dass sie entscheidende Aufschlüsse geben. Von den Rubiaceen erhalten wir aber bestimmtere Anhaltspunkte. Eichler schreibt (l. c. 264): »Es ist im Uebrigen eine bemerkenswerthe Erscheinung, dass, wie bei letzteren Familien (Valerianeae, Dipsaceae, Compositae) der Kelch gleichzeitig mit seiner Reduction eine Tendenz zu unregelmässiger, d. h. von der typischen Fünfzahl abweichender Ausbildung zeigt und sehr häufig in Gestalt zahlreicher oder auch minderzähliger Borsten oder Zähne etc. ausgebildet wird, das nämliche auch bei manchen *Rubiaceen*, namentlich aus der Gruppe der *Spermacoceae* vorkommt« [1]). Bei den meisten Rubiaceen finden wir den Kelch regelmässig ausgebildet, in Alternation mit der Krone und in gleicher Zahl. Bei den mir bekannten Fällen, wo commissurale Zipfel zur Ausbildung kommen, sind die Kelchblätter immer typisch vorhanden; ebenso wenig wie man aber den commissuralen Zähnen am Kelche eines *Lythrum*, eines *Marrubium* eine Bedeutung als selbstständige Blätter zutheilen will, ebenso wenig wird es wohl Jemanden einfallen dieses zu thun bei Rubiaceen wie *Higginsia refulgens* (Bot. Mag. 5346), *Canthopsis* (Benth. et Hook. Genera, 113), *Rudgea* (Benth. et Hook. l. c. 125), *Emmeorhiza* und *Psyllocarpus* (Bth. et Hk. 146), *Spermacoce* und *Borreria* (Bth. et Hk. 145), *Triodon*, *Octodon*, *Diodia* u. a., die alle »dentes accessoriae interjectae« haben. Ganz dasselbe Verhältniss findet sich aber bei *Knautia*, *Ptero-*

1) Es dürfte dieses vielleicht als eine Art von der bisweilen z. B. an Kohlblättern vorkommenden »Phyllomanie«, wo adventive Blattzipfel und Lappen auf der Blattfläche zum Vorschein kommen, zu betrachten sein.

cephalus (vergl. Eichler's Diagramme, pg. 279), *Krigia* (Eichler's Diagramme, pg. 286) und vielen anderen Compositen, die 10 Pappus-Körper haben (vergl. oben und *Carlina* u. a.). Bei den oben organogenetisch untersuchten Gattungen, bei welchen (z. B. *Scorzonera*, *Sogalgina* u. a.) ein Pappus-Körper zwischen je zwei der primären, die den Kelchblättern oder jedenfalls den terminalen Borsten derselben entsprechen, entwickelt wird, ist dieser offenbar auch solchen »dentes interjectae« homolog.

Um nun zu verstehen, wie noch mehr Zipfel hinzukommen könnten, brauchen wir nur noch zu erinnern, dass selbst bei Rubiaceen kammförmig oder anders getheilte Kelchblätter vorkommen können (*Dischilanthe*, *Crusea*, *Sarcocephalus* u. a.), wie viel mehr dürften wir dann bei vielen Compositen erwarten, dass die Zertheilung der Blätter, die sowohl in der vegetativen als in der floralen Region vorkommt (man erinnere nur *Carlina*, *Cirsium*, *Centaurea* u. a.), auch bei den Kelchblättern auftreten würde und eben eine bedeutendere Rolle spielen kann, indem die eigentliche Blattmasse mehr zurückgedrängt wurde.

Ein anderes vorzügliches Vergleichs-Object bieten die Stipeln der Rubiaceen. Die der Stellaten sind allgemein bekannt; in ihrer Entstehung (vergl. Eichler, Zur Entwickelungsgesch. des Blattes) zeigen sie die grössten Uebereinstimmungen mit den Pappus-Körpern vieler Compositen, wie schon oben hervorgehoben wurde; weniger bekannt dürften die der Spermacoceen, von denen ich besonders die Gattungen *Spermacoce*, *Borreria* hervorheben werde, und anderen Rubiaceen, wie *Cephaelis*, *Serissa* etc. sein. Bei ihnen sind die Basen der opponirten Blätter durch eine Membran verbunden (wir haben einen gamophyllen Blattwirtel), und der Rand dieser Membran trägt nun 1 bis viele pfriemenförmige haardünne Zipfel. Die Entwickelungsgeschichte von diesen Blättern ist leider unbekannt; doch lässt sich aus den fertigen Zuständen schliessen, dass sie wenigstens in einigen Fällen wahrscheinlich folgende ist: der zuerst gebildete Zipfel steht genau in der Mitte zwischen den zwei Blattspreiten; darauf folgt zu jeder Seite von diesem 1, dann wieder zu jeder Seite 1 u. s. w., so dass die Anlegung der Zipfel von der zuerst angelegten nach den Blattspreiten hin divergirend vor sich geht; denn neben diesen stehen die niedrigsten (und jüngsten), nach der Mitte hin werden sie immer höher; in solchen Fällen ist die Zahl der Stipular-Zipfel jederseits eine ungleiche (1, 3,

5, 7, 9 und mehr, z. B. bei *Borreria hispida* Spruce 15—17). In anderen Fällen fand ich fast dieselbe Ordnung, nur standen eine weit kleinere Zahl zwischen je zwei der grossen; und von diesen Fällen wird man leise zu solchen geführt, wo gar keine Ordnung in der Stellung aufzufinden ist: kleinere und, wie es scheint, jüngere stehen zwischen den längeren, die auch nicht reguläre Längenverhältnisse zeigen. In diesen verschiedenen Fällen (den häufigsten) standen die Zipfel alle in einer Linie am Rande der Stipular-Scheide; nun habe ich aber auch Fälle gefunden z. B. bei einer brasilianischen *Borreria*, wo einige Zipfel innerhalb der anderen standen, wo wir also zwei Reihen hatten, und dieses zeigt uns also die Möglichkeit, dass, wenn die Stipular-Scheide etwa breiter wäre, noch mehr Reihen gebildet werden könnten, wodurch wir Analoga für den mehrreihigen Pappus erhielten. Bei einigen *Cephaelis*-Arten fand ich interpetioläre Achselblätter, und an der Innenseite von ihnen, nach dem Grunde hin, eine Reihe kurzer Borsten.

Alle diese Stipular-Zipfel sind eben nur Bildungen am Rande der zwei verwachsenen Blätter, und natürlich keine selbstständige Blätter; bei den meisten stehen sie an einem horizontal verlaufenden Scheidenrand, bei anderen hebt die Stipular-Scheide sich jederseits zu einem interpetiolaren Blättchen, an dessen Rande sie in nach unten abnehmender Grösse befestigt sind (z. B. *Cephaelis Ipecacuanha*); ob man sie aber als Blatt-Lacinien oder als Trichome (Metablasteme) betrachten soll, das kann man dem Geschmack jedes einzelnen Botanikers überlassen; ob man das eine oder das andere vorzieht, die Differenzen werden doch äusserst gering, besonders in den Fällen, wo wir nur 1 randständige Reihe haben.

Aus diesen Betrachtungen der Rubiaceen geht also hervor: obgleich die Rubiaceen nicht Durchgangsglieder für die Compositen gewesen sein brauchen, dürfen wir doch, da sie sicher gemeinsame Vorfahren gehabt, annehmen, dass die Pappus-Körper vieler Compositen (das ist: die nach den fünf ersten hinzukommenden) auf eine ähnliche Weise entstanden sind, wie die Commissural-Zähne und -Zipfel am Rubiaceen-Kelch und an der Stipular-Scheide. Nebenbei können andere Entstehungsweisen sich geltend gemacht haben, wie z. B. Zertheilung der Kelchblätter selbst, aber strenge genommen ist das eigentlich dasselbe wie die durch Commissural-Bildungen. Sollten Fälle vorkommen,

wo mehr wie 5 Körper selbstständig auf der Axe angelegt werden, — und 6 entstehen wirklich bisweilen isolirt — würde nichts verhindern, auch die überzähligen als Commissural-Zipfel zu erklären; denn es kommt vor, dass solche wirklich sehr schnell nach den Hauptzipfeln angelegt werden, nach Payer bei *Lythrum* sogar vor diesen.

Abschliessende Uebersicht.

Fasse ich die Resultate aller vorliegenden Untersuchungen zusammen, so komme ich zu folgender Auffassung der Compositen-Blüthe.

Die jüngsten Vorfahren der Compositen der Jetztzeit hatten Zwitterblüthen [1]), einen verwachsenblättrigen fünftheiligen Kelch, eine gamopetale fünftheilige mit dem Kelche alternirende Krone, 5 mit dieser alternirende Staubblätter, wie bei den Gamopetalen im Allgemeinen mit der Krone verwachsen, und zwei in der Mediane liegende Fruchtblätter. Es ist möglich, dass die Fruchtknotenhöhle zwei Räume hatte, und mehrere Eichen, was aber während der Entwickelung, wegen der Veränderung des Blüthenstandes, reducirt wurde [2]). Wie der Blüthenstand war, lässt sich wohl noch nicht sagen; er ist vielleicht eine Umbella gewesen, denn der Fall scheint weit häufiger zu sein, dass das Köpfchen sich abnorm als Umbella ausbildet, als dass das Receptaculum stark verlängert wird und somit eine Aehre entsteht, was sogar, wie es scheint, noch nicht beobachtet worden ist. Zwei Vorblätter waren wahrscheinlich entwickelt. Unter der (auf morphologischen Gesetzen beruhenden) Weiterentwickelung der Compositen-Vorfahren wurde der Blüthenstand in ein Köpfchen verändert; die sterilen Hochblätter erhielten dann die schützende Rolle eines In-

---

1) Vergl. Hildebrand, Ueber die Geschlechtsverhältnisse bei den Compositen, Acta Leop. Car. XXXV, 1869.

2) Cassini glaubte, wie bekannt, »que le type primitif de l'ovaire des synanthères est un ovaire triloculaire, triovulé« und sah es für wahrscheinlich an, dass man eines Tages unter den Arctotideen solche Ovarien entdecken würde. Vergl. auch Rob. Brown Verm. Schriften, 2. Bd. S. 521 ff. Sachs nimmt 5 Fruchtblätter an, von denen 3 abortirten (Lehrb. 466).

volucrums, indem sie zusammengedrängt wurden; die fertilen Bracteen wurden entweder beibehalten oder entwickelten sich in zwei Richtungen: bei einigen verschwanden sie (spurlos), bei anderen (den Cynareen) wurden sie durch starke Zertheilung in die Spreuborsten umgewandelt; die Vorblätter verschwanden spurlos. Die hermaphroditen Blüthen veränderten sich theilweise geschlechtlich, und eine mit diesen Umänderungen in Verbindung stehende Vertheilung der Geschlechter des Köpfchens, sowie Umformung der Krone fand oft Statt; diese hat vielleicht einen biologischen Hintergrund (die Bestäubung durch Insecten); am wenigsten verändert wurde die Krone bei den hermaphroditischen Tubifloren, am meisten bei Labiatifloren (wozu Radiaten zu rechnen) und Liguliforen. Synandrie trat ein, und die Eichen wurden auf 1 (wahrscheinlich dem hinteren Fruchtblatte gehörendes) beschränkt, wozu wohl die gedrängte Stellung am nächsten der Grund war.

Der Kelch wurde als schützendes Organ überflüssig, indem theils die gedrängte Stellung der Blüthen, theils das Involucrum und die Krone hinreichend Schutz herbei führte, er wurde dann weniger entwickelt; schon Röper schrieb (Flora Mecklenb. 2, 111): »wo die Blumen im unentwickelten oder Knospenzustande vollständig eingeschlossen .... werden, ist es in der Regel der Kelch, — also die äusserste Blumendecke — der sich weniger entwickelt, bisweilen so wenig, dass er zu fehlen scheint«. Die nächste Folge hiervon war wieder die, dass der Kelch in seiner Anlage verspätet wurde, und daraus folgte wieder, dass die Kelchblätter nicht die ursprünglichen Stellungsverhältnisse behaupten konnten, sie fanden sich bei ihrer Geburt von den Nachbarblüthen in ihrer freien Entwickelung gehindert, und mussten sich nach den Stellungsverhältnissen dieser richten. Daher also die vielen Unregelmässigkeiten in ihrer Stellung [1]). Ich habe gezeigt, dass der 5-eckige Wulst, der bei allen unter der Krone entsteht, dem Kelche entspricht — gleichgültig ob die Ecken (Blattspitzen) sich früher entwickelten als das verbindende Gewebe, oder erst auf dem Ringwulste entstanden.

---

1) In Blüthen, wo Glieder durch Ablast verschwunden sind (z. B. Labiaten, Verbeaceen) lässt sich auch bisweilen (immer?) eine Verschiebung der übrig gebliebenen Glieder nachweisen, indem sie streben, den vorhandenen Platz aufs Zweckmässigste zu benutzen.

Bei vielen Gattungen ist der Kelch auf einen solchen rudimentären Zustand reducirt (*Lampsana*, *Bellis* u. a.[1]), und bei einigen, wie *Ambrosia* und *Xanthium* kommt er wahrscheinlich gar nicht zur Entwickelung.

Bei anderen Gattungen fand zwar eine Reduction Statt, aber gleichzeitig entwickelten Haare sich auf dem Kelche, die bei der Samenverbreitung als Flug-Apparat eine Rolle zu spielen kamen (*Senecio-Lactuca*-Typus). Von *Lactuca* und *Taraxacum* z. B. wissen wir Folgendes: auf dem stumpf 5-eckigen Kelche entwickeln sich Körper a) mit einem äusserst einfachen Baue, wie ihn bei den Phanerogamen allein nur die Haare haben; b) mit der äusserst unordentlichen Stellung der Haare, c) in absteigender Folge und interponirt, oder (*Lactuca*) nicht nur das, sondern auch in aufsteigender Folge und mitten zwischen ältern interponirt, was wir bisher nur für Haare kennen; d) bei abweichend ausgebildeten Exemplaren entwickeln bis 5 Blätter sich auf dem Platze der Kelchblätter trotz und in Gegensatz zu den Haaren[2]). Aus allen diesen Verhältnissen geht hervor: alle diese Pflanzen und die sich ihnen anschliessenden haben normal einen rudimentären fünfblättrigen aber gamophyllen Kelch, der abnorm zur Ausbildung kommen kann; die Pappus-Körper sind dem Kelche aufgesetzte Haare. Sollten fünf von diesen genau die Spitzen der fünf Kelchblätter einnehmen, so werden sie als terminale Haare zu betrachten sein.

Auf eine etwas andere Weise ging die Entwickelung vor sich bei den Pflanzen des *Cirsium-Tragopogon*-Typus.

Bei diesen finden wir

a) fünf vor oder etwa gleichzeitig mit der Krone entwickelte konische Körper;

b) die oft genau mit der Krone in Alternation stehen;

c) bisweilen allein entwickelt werden;

---

1) Bei verschiedenen Gattungen löst sich eine ringförmige, die Pappus-Körper tragende Parthie (Cassini's »l'anneau«) von dem reifen Achänium ab; diese Parthie ist gewiss der gamophylle Kelchtheil oder ein Theil desselben (vergl. *Cirsium*, *Carduus*, *Cnicus*, *Cynara*, *Silybum*, *Alfredia*, *Sonchus* und viele andere Cichoriaceen).

2) Kommen noch mehr zum Vorschein, so müssen sie vielleicht als Commissural-Zipfel betrachtet werden.

d) die wie starke Emergenzen sind, welche direct in die 5 ersten Pappus-Körper sich entwickeln;

e) die an abnorm entwickelten Exemplaren blattartig ausgebildet vorhanden sind, wenn alle andere verschwunden sind. Hieraus geht hervor, dass sie den Kelchblättern homolog sind. Ob und wie gross ein Theil von jedem dieser fünf ersten Pappus-Körper einem terminalen Emergenz anzutheilen ist, lässt sich schwierig entscheiden. Die übrigen Pappus-Körper, die a) auf dem vereintwachsenden Theil des Kelchs entstehen, b) starke Emergenzen sind, c) sich unter gewissen Verhältnissen blattartig ausbilden und ausgebildete Gefässbündel führen können, sind Zipfel der Kelchblätter oder Emergenzen auf denselben. Sie sind auf dem ursprünglichen Kelche zur Entwickelung gekommen, entweder durch Bildung commissuraler Emergenzen (Analogie: die Kelche und Stipeln vieler Rubiaceen), was sich bei der oben erwähnten *Tragopogon*-Art direct beobachten lässt in den Uebergängen von den peripherischen zu den centralen Blüthen, oder eher durch Zerklüftung und Spaltung (Chorisis) der ursprünglichen Kelchblätter, in Verbindung vielleicht mit dem, was eher eine Art Phyllomanie ist oder was Masters »Enation« nennt. Hierher zu ziehen auch die Fälle, wo die ursprünglichen Kelchblätter vielleicht schon kamm- und fiederförmig zerschlitzt waren, so dass diese Zipfel nur ein wenig weiter ausgebildet zu werden brauchten, während der ungetheilte und gamophylle Theil der Kelchblätter reducirt wurde, wozu die Cynareen zu rechnen sind (Analogien: die getheilten vegetativen und Involucral-Blätter derselben; die nachweislich vorkommende Theilung der Bracteen auf dem Receptaculum; die noch getheilten Pappus-Körper vieler Gattungen); oder endlich: sowohl durch Auftreten von commissuralen Zipfeln als durch Zertheilung der ursprünglichen Kelchblätter, wozu noch Bildung von Metablastemen zu rechnen ist: viele Cynareen, z. B. *Carlina* u. a., vielleicht auch *Tragopogon* und andere.

In allen diesen Fällen dürfen wir auch Entwickelung terminaler Haare auf den Kelchblattspitzen sowohl als auf den seitlichen Zipfeln annehmen, wobei die möglich schon existirenden stärker entwickelt wurden, indem vielleicht der eigentliche Blattkörper mehr reducirt wurde sowohl in Höhe als Breite. Hierfür spricht besonders deutlich jene unbestimmte *Tragopogon*. In jedem Falle wurden aber die Endzipfel der fünf Kelchblätter den hinzukommenden gleich, so dass sie

eben so wenig in Bau, Grösse, Form (ausgenommen z. B. einzelne *Tragopogon*-Arten) von ihnen zu unterscheiden sind, wie die Hauptzipfel von den sogenannten Achselblättern vieler Stellaten. Sie verschwanden scheinbar zwischen den anderen, sind aber doch immer in der Entwickelung nachzuweisen.

Genauer betrachtet ist der Unterschied zwischen dem Entwickelungsgange, der zu dem *Senecio-Lactuca*-Typus führte, und dem, der zu dem *Cirsium-Tragopogon*-Typus führte, ziemlich gering: in dem einen Falle sind es Haare der Kelchblätter, in dem anderen stärkere Lacinien und Emergenzen, die zur Ausbildung gekommen sind, und wo ist die Grenze zwischen allen diesen Bildungen zu ziehen? (Man erinnere die Blätter vieler Cynareen, ferner dass jeder Zipfel ein terminales Haar tragen kann, welches durch Reducirung des eigentlichen Zipfels überwiegend werden kann). In allen Fällen dagegen wurde der gamophylle Theil des Kelchs sowohl als die eigentlichen Blattspreiten in ihrer Ausbildung sehr reducirt. Dagegen ist die von Lund supponirte und, wie er glaubt, vollständig bewiesene Ausbildung von selbstständigen neuen Blättern von diesen beiden Entwickelungsgängen sehr verschieden; ich finde keine einzige Thatsache, durch welche dieser Entwickelungsgang wahrscheinlich gemacht, noch weniger bewiesen wird; ich überlasse das Auffinden derselben dem oder den Urhebern der Theorie, indem ich übrigens auf alle fernere Diskussion verzichte.

Es muss also in jedem gegebenen Falle entschieden werden, wie der Compositen-Kelch aufzufassen ist. Ich gebe noch eine kurze Uebersicht über eine Anzahl Gattungen (besonders diejenigen, die im Vorhergehenden besprochen wurden) nach der von mir anzunehmenden Auffassung geordnet.

A. Kelch völlig geschwunden: sicherlich nur solche wie *Xanthium*, *Ambrosia*.

B. Kelch auf einen sehr niedrigen gewöhnlich fünfeckigen Saum reducirt: *Lampsana*-, *Bellis*-, *Matricaria*-Arten.

C. Dieser Kelchsaum in einen hyalinen trichomatischen Rand auslaufend, der oft in Zähne und kleine Zipfel unregelmässig ausläuft: *Tanacetum*, *Grangea*, *Pyrethrum*, *Matricaria*, *Ammobium* u. s. w.

D. Der Kelchsaum trägt zahlreiche Haarbildungen; lässt sich als eine weitere Entwickelung des vorigen Falls deuten: *Lactuca, Senecio, Taraxacum, Mulgedium, Ligularia, Cineraria.* Hierher auch: der Kelchsaum trägt trichomatische oft stark getheilte Schuppen: *Cichorium, Asteriscus* Moench.

E. Der Kelchsaum trägt zahlreiche Emergenzen, die unordentlich auf dem Rande, der Vorder- und Rückenseite stehen: *Lappa.*

F. Der Kelchsaum ist in commissurale und andere Zipfel, die wieder getheilt werden können, sowohl als in rand- und flächenständige Emergenzen aufgelöst (1 Reihe, mehrere Reihen); die fünf Kelchblätter bisweilen äusserst regelmässig gestellt: *Hieracium-*, *Cirsium-*, *Carduus-*, *Centaurea-*Arten, *Tragopogon, Hypochaeris, Palafoxia, Galinsoga, Sogalgina* u. s. w.

G. Der Kelchsaum in borstenähnliche Zipfel aufgelöst, zugleich haartragend: *Sonchus.*

H. Kelch normal, mit fünf stark ausgebildeten Blattzipfeln, die in der Peripherie stark trichomatisch ausgebildet sein können, bisweilen mit wenigen Commissural-Zipfeln: *Catananche, Gaillardia, Xeranthemum, Sphenogyne, Helenium tenuifolium* u. a.; mit 5 Commissural-Zipfeln: die mit *Sphenogyne* verwandte *Ursinia*, *Krigia* (Eichler, Diagr. pg. 286).

I. Ein oder zwei Kelchblätter (die beiden vorderen) stark entwickelt und gewöhnlich die normale Stellung einnehmend; die anderen in eine unregelmässig getheilte Membran verwachsen: *Tagetes* (vergl. S. 83).

K. Die freien Kelchtheile auf weniger als 5 reducirt — durch die besondere Form des Ovarium; es bleibt zweifelhaft, ob man in den ausgebildeten die Repräsentanten für ebenso viele verschobene Blätter sehen soll, während die anderen in ihren freien Theilen völlig unsichtbar sind, oder ob einige als Commissural-Gebilde aufzufassen sind: *Bidens, Coreopsis, Zinnia* u. s. w. (vergl. S. 80 ff.). Bei *Tithonia tagetifolia* haben die Scheibenblüthen eine grosse Zahl von Schüppchen, die unregelmässig gezähnt sind und auch selbst am Grunde mehr oder weniger vereinigt sein können; ausserdem 2 längere Borsten, von denen eine median hinten steht; die andere, je nach dem das Ovarium stark

zusammengedrückt ist oder mehr dreieckig, median vorne oder schief nach vorne etwa den Platz eines vorderen Kelchblattes einnehmend. Dieses spricht dafür, diese vordere Borste als den Platz eines der vorderen Kelchblätter bezeichnend zu betrachten. Eine eingehende Vergleichung der verwandten Gattungen wird vielleicht die Folge lösen können [auch die Rubiaceen, die weniger Kelchzipfel als Kronblätter haben, und die Valerianeen werden mit in den Vergleich zu ziehen sein]. Dagegen scheint mir kein Grund für die Annahme zu sein, dass die zwei Pappus-Körper der stark vom Rücken zusammengedrückten Achänien eine ganz andere morphologische Bedeutung (Vorblätter) haben sollen, als alle andere Pappus-Körper; denn von Vorblättern sind überhaupt sonst keine Spuren nachzuweisen, und diese Pappus-Körper entsprechen den anderen in ihrer Insertions-Höhe, in ihrem Verhalten zum Kelchwulste, zu den bisweilen hinzukommenden etc. so vollständig, dass an ihrer Identität nicht zu zweifeln ist.

Kopenhagen (Nørrebro), im Herbste 1875.

Erklärung der Figuren.

c, Kelch. *cor*, Krone. *st*, Staubblätter. *cp*, Fruchtblätter. *ov*, Eichen. *br*, Bractee. *p*, Pappus. *f*, Receptacular - Processe (Spreuborsten etc.). *v*, Fibrovasal-Strang. *sp*, Spaltöffnung.

Tafel 1.

Cirsium arvense.

Fig. 1. Junge Blüthe in Längsschnitt.

Fig. 2. Hälfte einer etwas älteren.

Fig. 3. Eine ähnliche.

Fig. 4. Partie einer älteren Blüthe, wo der Kelch schon ziemlich bedeutend ist.

Fig. 5. Partie der Krone; ein ähnliches Stadium.

Fig. 6. Längsschnitt durch Krone und Staubblatt; älteres Stadium.

Fig. 7. Längsschnitt durch Krone und Kelch.

Fig. 8. Querschnitte durch ein Kronblatt.

Fig. 9. Radialer Längsschnitt durch den Kelch mit beginnender Pappus-Bildung.

Fig. 10. Tangentialer Längsschnitt durch einen jungen Pappus-Körper.

Fig. 11. Ein ähnlicher Schnitt nebst Oberflächenbild.

Fig. 12—15. Radiale Längsschnitte durch junge Pappus-Körper.

Fig. 16—17. Radiale Längsschnitte durch ältere; bei *p* ein junger.

Fig. 18. Spitze eines Pappus-Körpers im Längsschnitt.

Fig. 19, a—e. Successive Einstellungen eines Pappus-Körpers von der Spitze bis fast zum Grunde.

Fig. 20, a—e. Successive Einstellungen von der Spitze eines Pappus-Körpers bis zum Grunde desselben; der Schnitt *e* ist fast im Niveau mit der Oberfläche des Kelchwulstes.

Fig. 21, 22. Spitze und Querschnitt etwas unterhalb der Spitze von zwei Pappus-Körpern.

Fig. 23. Querschnitte durch eine Gruppe junger Blüthen, um die Stellungen der Kelchecken zu zeigen (120 : 1).

Fig. 24. Theil eines Querschnittes durch eine ältere Blüthe: Kelch mit Pappus-Köper: *a* die höchsten, vor den Staubblättern liegenden, *c* die jüngsten, eben hervorbrechenden (120 : 1).

Fig. 25. a—a sind die grössten Pappus-Körper; die punktirten heben sich eben hervor (120 : 1).

Fig. 26. Etwa die Hälfte eines Querschnittes. Durch die Buchstaben werden die verschiedenen Insertions-Höhen und dadurch hervorgerufenen Wirtel bezeichnet (120 : 1).

Fig. 27, 28. Junge Spreuborsten des Receptaculum.

Tafel 2.

Fig. 1—4. *Cirsium arvense.*

Fig. 1. Junge Blüthe mit regelmässiger Pappus-Stellung (75 : 1).

Fig. 2, 3. Haarbildung und intercaläres Wachsthum der Pappus-Körper.

Fig. 4. Radialer Längsschnitt durch den Discus.

Fig. 5—15. *Cirsium palustre.*

Fig. 5. Junge Blüthe, die Kelchbildung eben anfangend.

Fig. 6. Etwas ältere; zwei Pappus-Körper sind sichtbar; der Kelchwulst noch sehr schwach (120 : 1). Die punktirte Linie bezeichnet die innere Becherseite.

Fig. 7. Aeltere Blüthe (120 : 1). Die Staub- und Fruchtblätter sind gebildet, Oculum aber nicht.

Fig. 8. Kelchwulst einer jungen Blüthe; *br*, Bractee (120 : 1).

Fig. 9. Radialer Längsschnitt durch eine junge Blüthe.

Fig. 10, 11, 12. Querschnitte von jungen Blüthen, um den Becherwulst und die Stellungsverhältnisse vom Pappus zu zeigen (120 : 1). *a*—*a*, die (zuerst gebildeten) vor den Staubblättern liegenden Pappus-Körper.

Fig. 13, 14. Querschnitte durch zwei ältere Blüthen; *a—a*, wie in den vorigen Figg.; *b—c*, die intercalirten Pappus-Körper (120 : 1).

Fig. 15. *a—e*. Successive Einstellungen von der Spitze bis zum Grunde eines Pappus-Körpers.

Fig. 16. *Cirsium lanceolatum.*

Spreuborste in Längsschnitt.

Fig. 17—23. *Carduus crispus.*

Fig. 17, 18. Junge Blüthen von oben betrachtet.

Fig. 19. Junge Blüthe mit Bractee (*br*) in Längsschnitt.

Fig. 20, 21. Junge Spreuborsten in Längsschnitt. *i*, Intercellular-Raum.

Fig. 22. Spreuborste in Querschnitt, ältere.

Fig. 23. Querschnitt durch eine ältere Blüthe.

Fig. 24—29. *Galinsoga parviflora.*

Fig. 24. Pappus-Körper (aus einer weibl. Blüthe) (50 : 1). *v*, Fibrovasal-Strang.

Fig. 25. Junger Pappus-Körper in Längsschnitt.

Fig. 26. Aelterer; die Dermatogen-Zellen fangen an einen Flügelsaum zu bilden.

Fig. 27. Junger Pappus-Körper in Querschnitt. — Der Pfeil zeigt nach der Blüthenmitte hin.

Fig. 28. Junge Blüthe, deren Pappus-Körper alle angelegt sind. Die mit *a* bezeichneten stehen vor den Antheren (75 : 1).

Fig. 29. Querschnitt einer Blüthe in einem dem vorhergehenden entsprechenden Stadium.

Fig. 30—36. *Zinnia verticillata.*

Fig. 30. Junge Blüthe von oben gesehen (55 : 1).

Fig. 31. Junge weibliche Blüthe in Längsschnitt (55 : 1).

Fig. 32. Junge Zwitterblüthe (55 : 1).

Fig. 33. Junge Zwitterblüthe in Längsschnitt (55 : 1).

Fig. 34. Junge Zwitterblüthe. Der Kelchwulst ringsum gebildet (37 : 1).

Fig. 35. Aeltere Zwitterblüthe.

Fig. 36. Querschnitt durch eine Blüthe (37 : 1).

Tafel 3.

Fig. 1—23. *Tragopogon eriospermus.*

Fig. 1, 2. Junge Blüthen in Längsschnitt.
Fig. 3, 4. Desgleichen von oben gesehen und in Querschnitt (37 : 1).
Fig. 5. Ein Theil eines Längsschnittes durch eine junge Blüthe.
Fig. 6. Längsschnitt durch den Kelchwulst.
Fig. 7. Längsschnitt durch den Kelchwulst mit beginnender Pappus-Bildung. Einer der 5 grossen Pappus-Körper wird angelegt.
Fig. 8. Ein anderer Kelchwulst mit einem jungen Pappus-Körper.
Fig. 9. Radial-Längsschnitt von einer Blüthe wie Fig. 2. Die Kelchbildung fängt an.
Fig. 10. Tangent.-Längsschnitt durch einen Pappus-Körper.
Fig. 11. Radialer Längsschnitt durch einen Pappus-Körper.
Fig. 12. Querschnitte durch einen solchen.
Fig. 13. Spitze eines schon recht hohen Pappus-Körpers.
Fig. 14. Ein ganz junger Pappus-Körper von oben betrachtet; man übersieht den ganzen. Der Pfeil zeigt nach dem Centrum der Blüthe hin.
Fig. 15, 16. Zwei junge Blüthen, deren 5 erste Pappus-Körper schon recht lang sind.
Fig. 17. Eine ältere; die zahlreichen zwischenliegenden Pappus-Körper sind schon weit entwickelt.
Fig. 18. *a* Partie eines Kelches mit zwei der grossen (*a*—*a*) und einer Anzahl zwischenliegenden Pappus-Körper. Die zwei jüngsten von diesen sind mit Kreuz bezeichnet. *b*: Ein ähnlicher Kelch von oben gesehen ausgebreitet.
Fig. 19. Querschnitt einer älteren Blüthe, die Kelchtheile zeigend.
Fig. 20, 21. Aehnliche Querschnitte zwei älterer Blüthen. Die 5 ersten Pappus-Körper sind theils mit *a*, theils mit Kreuz bezeichnet.
Fig. 22. Längsschnitt durch einen der kürzeren Pappus-Körper; die Haarbildung hat schon angefangen. Die Zellen *t*—*t* wachsen zu Haaren aus.
Fig. 23. Theil der Spitze von einem der 5 grossen Pappus-Körper.

Fig. 24—32. *Scorzonera villosa* (27—32) und *hispida* (24, 25).

Fig. 24, 25. Querschnitte von zwei jungen Blüthen, um den Kelch zu zeigen.
Fig. 26. Theil einer älteren Blüthe.

Fig. 27, 28, 29. Theile von älteren Blüthen, welche die Stellung und durch die Buchstaben die Entwickelungsfolge der Pappus-Körper zeigen.

Fig. 30. Querschnitt, die Stellung der Pappus-Körper zeigend. Die Buchstaben entsprechen denen der vorhergehenden Figuren.

Fig. 31, 32. Haarbildung an dem Pappus.

Fig. 33—36. *Sogalgina triloba.*

Fig. 33, 34. Theile von zwei Kelchwülsten von oben gesehen, die Entstehungsfolge der Pappus-Körper zeigend (145 : 1).

Fig. 35. Ein Kelch mit seinem Pappus, von oben gesehen. *r* sind Oelgänge, die regelmässig vertheilt sind (75 : 1).

Fig. 36. Theil eines Blüthenlängsschnittes.

Fig 37—41. *Volutarella muricata.*

Fig. 37. Querschnitt durch einen Blüthenstand, die Stellung der Spreuschuppen zeigend (55 : 1)

Fig. 38. Stellung des Pappus. Die Gefässbündel bezeichnen die Stellung der Staubblätter. Die Kelchhauptzipfel sind mit *a* bezeichnet (75 : 1).

Fig. 39. Scheitelbild und Querschnitt von einer Spreuborste.

Fig. 40. 41. Zwei andere Scheitelbilder.

Tafel 4.

Fig. 1—30. *Lappa tomentosa.*

Fig. 1—6. Längsschnitte durch Blüthen verschiedenen Alters (55 : 1 u. 75 : 1).

Fig. 7. Theil des Kelches mit den Pappus-Bildungen von Fig. 6 (120 : 1).

Fig. 8. *a*—*d*. Jüngere und ältere Blüthen, von aussen betrachtet (150 : 1).

Fig. 9. Querschnitt durch eine Anzahl Blüthen, die relativen Stellungsverhältnisse der Kelchecken und der Staubblätter zeigend (75 : 1).

Fig. 10. Querschnitt parallel des Receptaculum, die Stellung der Spreuborsten zeigend (37 : 1).

Fig. 11. Spreuborste in Querschnitt (210 : 1).

Fig. 12, 13. Längsschnitte durch den Kelchwulst beim Beginn der Pappus-Bildung.

Fig. 14—19. Tangent.-Längsschnitte durch die Pappus-Körper.

Fig. 20. Radialer Längsschnitt durch einige Pappus-Körper.

Fig. 21. Theil eines Blüthenlängsschnittes.

Fig. 22. Eine Anzahl Pappus-Körper, von aussen betrachtet; die punktirten liegen hinter den andern.

Fig. 23. Theil eines Blüthenquerschnittes, des Kelchwulstes mit dem noch höchstens halbkugelförmigen Pappus-Körper. Die mit Kreuz bezeichneten sind die höchsten. Die punktirten werden eben sichtbar (120 : 1).

Fig. 24. Ein ähnlicher Querschnitt aus einer älteren Blüthe (210: 1).

Fig. 25. Aus einer noch älteren Blüthe. Die punktirten treten soeben hervor. (210 : 1).

Fig. 26—29. Scheitelbilder und Querschnitte verschiedener Pappus-Körper.

Fig. 30. Längsschnitt durch die Querwülste der Früchte (210 : 1).

Fig. 31, 32. *Helenium tenuifolium.*

Fig. 31. Querschnitt, die Kelchzähne zeigend (75 : 1).

Fig. 32. Eine Blüthe von aussen betrachtet (75 : 1).

Fig. 33—35. *Thrincia hispida.*

Querschnitte um die Stellung der Kelchzähne zu zeigen (75 : 1).

Fig. 36. *Conoclinium janthinum.*

Querschnitt die Stellung der Kelchecken zeigend (145 : 1).

Tafel 5.

Fig. 1—31. *Senecio vulgaris* und *viscosus.*

Fig. 1. Eine ganz junge Blüthe in Längsschnitt.

Fig. 2. Eine ältere Blüthe; die Staubblattbildung ist begonnen.

Fig. 3, 4. Zwei Längsschnitte, Kelch, Krone und Staubblattbildung zeigend.

Fig. 5. Krone in Längsschnitt.

Fig. 6. Längsschnitt, Kelch, Krone, Staubblatt und Fruchtblatt in Bildung zeigend.

Fig. 7. Längsschnitt den Kelch mit einem Pappus-Körper und ein Fruchtblatt in Bildung zeigend.

Fig. 8. Kelch mit jungem Pappus-Körper. Längsschnitt.

Fig. 9. Wie voriges Bild, von *Senecio Jacobaea.*

Fig. 10. Eine ganze Blüthe in Längsschnitt.

Fig. 11. Successive Einstellungsbilder von der Spitze bis zum Grunde eines Pappus-Körpers.

Fig. 12. Haarbildung am Fruchtknoten.

Fig. 13—25. Längsbilder verschiedener Pappus-Haare.

Fig. 26. Querschnitt einer Blüthe von *S. viscosus* (75 : 1).

Fig. 27. Theil eines Kelchwulstes mit den Pappus-Körpern; dieselbe Spec. Die mit Kreuz bezeichneten sind die längsten, die punktirten werden eben geboren (210 : 1).

Fig. 28. Bild wie voriges (120 : 1).

Fig. 29. Ganzer Kelch mit seinen Pappus-Körpern von oben (210 : 1).

Fig. 30. Theil eines Kelchwulstes, Scheitelbilder der Pappus-Körper zeigend (350 : 1).

Fig. 31. Theil eines Kelchwulstes von *Sen. vulgaris* (120 : 1).

Fig. 32—35. *Bellis perennis.*

Fig. 32. Junge Blüthe in Längsschnitt.

Fig. 33. Längsschnitt durch eine Blüthe; bei *h* die Ovarial-Höhle.

Fig. 34. Basis der Krone mit einem Haare (210 : 1).

Fig. 35. Theil der Oberfläche des Fruchtknotens, die Haarbildungszellen zeigend; diese sind mit Kreuz bezeichnet; das Haar, dessen Zellen abgerundet sind, hebt sich höher über die Oberfläche empor als die anderen.

Fig. 36— 38. *Cineraria palustris.*

Fig. 36. Kelchrand mit Pappus von oben (145 : 1).

Fig. 37. Kelchtheil mit Pappus in tangentialem Längsschnitt.

Fig. 38. Scheitelbild und successive Querschnitte eines Pappus-Körpers.

Fig. 39. *Ligularia macrophylla.*

Ein Pappus-Körper.

Tafel 6.

Fig. 1—18. *Sonchus (arvensis;* Fig. 3 und 6 *palustris).*

Fig. 1. Querschnitt einer Gruppe von Blüthen, welcher die Stellung der Kelchecken im Verhältniss zu den Staubblättern zeigt (120 : 1).

Fig. 2. Querschnitt einer Blüthe dasselbe zeigend (120 : 1).

Fig. 3. Querschnitt einer Blüthe von *S. palustris* die Stellungsverhältnisse zeigend (55 : 1).

Fig. 4. Kelchparthie mit dem Pappus von oben gesehen (120 : 1).

Fig. 5. Querschnitt einer Blüthe den ganzen Kelch zeigend; an der einen Hälfte sind alle Pappus-Körper gezeichnet worden (120 : 1).

Fig. 6. Ein Theil des in Fig. 5 abgebildeten Querschnittes, um die Stellungsverhältnisse der kleineren Pappus-Körper genauer und den inneren Bau derselben zu zeigen.

Fig. 7. Querschnitt einer Blüthe, um die Stellungsverhältnisse der Pappus-Körper derselben zu zeigen; die drei mit Kreuz bezeichneten gehören einer Nachbarblüthe. Von *S. palustris* (145 : 1).

Fig. 8. Scheitelbild und 3 successive Querschnitte durch einen der dünnen Pappus-Körper.

Fig. 9—15. Radiale Längsschnitte durch kleinere und grössere (Figg. 9 und 15) Pappus-Körper.

Fig. 16, 17. Tangent. Längsschnitte (17 mit Oberflächenbild) durch zwei Pappus-Körper verschiedenen Alters.

Fig. 18. Spitze (*a*), mittlerer Theil (*b*) und Basis (*c*) eines dünnen Pappus-Körpers.

Fig. 19—28. *Lactuca muralis* und *perennis.*

Fig. 19—21. Kelchwülste mit Pappus-Bildung in Längsschnitt.

Fig. 22—24. Verschiedene Pappus-Körper in Längsschnitt.

Fig. 25. Theil des Kelchwulstes mit den Pappus-Körpern.

Fig. 26. Theil eines Kelchwulstes; die schraffirten Zellen sind Basal-Zellen zweier Haare.

Fig. 27. Vier Pappus-Körper in Scheitelbilder und theils auch in Querschnitt.

Fig. 28. Ein Theil eines alten Pappus-Körpers.

Fig 29, 30. *Mulgedium.*

Fig. 29. *a* und *b*. Zwei Pappus-Körper, die sich eben über den Kelchwall gehoben haben.

Fig. 30. Ein Pappus-Körper; Längsbild. (Vergl. S. 44.)

Fig. 31—35. *Taraxacum officinale.*

Fig. 31. Eine junge Blüthe von oben betrachtet (Querschnitt) (145 : 1).

Fig. 32. Theil eines Querschnittes den Kelchwulst mit dem Pappus zeigend (145 : 1).

Fig. 33. Eine Partie des Kelches mit den Pappus-Körpern.

Fig. 34. Querschnitt eines ausgewachsenen Pappus-Körpers.

Fig. 35. Oberfläche einer jungen Frucht dicht oben unter dem Fruchtschnabel (37 : 1).

Tafel 7.

Fig. 1—7. *Tanacetum.*

Fig. 1. Kelch einer jungen Blüthe (50 : 1).

Fig. 2. Längsschnitt durch den Kelchsaum einer jungen Blüthe.

Fig. 3. Längsschnitt durch den Kelchsaum einer entfalteten Blüthe.

Fig. 4. Längsschnitt durch den oberen Theil des Kelchsaumes einer ähnlichen.

Fig. 5. Scheitelbild des jungen Kelchsaumes.

Fig. 6, 7. Querschnitte im oberen Theile desselben und weiter nach unten.

Fig. 8—11. *Grangea aegyptiaca.*

Fig. 8. Ein ganz junger Kelchwulst von aussen betrachtet; die punktirten Zellwände gehören den unterliegenden Zellen.

Fig. 9. Theil eines älteren Kelches, von aussen betrachtet.

Fig. 10. Haar des Ovarium.

Fig. 11. Eine junge Blüthe.

Fig. 12—14. *Pyrethrum corymbosum.*

Fig. 12, 13. Zwei junge Blüthen in Längsschnitt; die erste weibliche, die zweite Zwitter-Blüthe. Etwa 60 : 1.

Fig. 14. Ovarium mit Kelch einer weit entwickelten Blüthe.

Fig. 15—23. *Tagetes erecta* u. *patula.*

Fig. 15. Kelch von *T. patula.* (c. 2 : 1).

Fig. 16 *a* und *b*. Kelchtheile von *T. erecta.*

Fig. 17, 18. Zwei junge Blüthen von *T. patula.*

Fig. 19. Eine Gruppe junger Blüthen von oben betrachtet, die Stellung der Kelchecken und Staubblätter zeigend. *r*—*r* giebt die Peripherie des Köpfchens an (*T. erecta*) (115 : 1).

Fig. 20, 21. Querschnitte von weit entwickelten, aber noch nicht entfalteten Blüthen. Selbige Art (37 : 1).

Fig. 22. Querschnitt durch den in Fig. 16, *b* abgebildeten Kelch (210 : 1).

Fig. 23. Längsschnitt durch den Kelch einer noch nicht entfalteten Blüthe (*T. patula*) (210 : 1).

Fig. 24, 25. *Aster Tripolium.*

Fig. 24. Querschnitt eines Pappus-Körpers.

Fig. 25. Stück eines solchen von aussen betrachtet.

Fig. 26—29. *Erigeron acre.*

Fig. 26. Querschnitte zweier Pappus-Körper.

Fig. 27. Partie eines Pappus-Körpers (300 : 1).

Fig. 28, 29. Junge Blüthe von aussen betrachtet.

Fig. 30—32. *Echidnacea purpurea.*

Fig. 30. Eine junge Blüthe (weibliche).

Fig. 31. Ovarium mit Pappus einer anderen Blüthe.

Fig. 32. Querschnitt durch einen Theil des Kelches.

Fig. 33—36. *Solidago Virga-aurea.*

Fig. 33. Längsschnitt durch einen der Receptaculum-Wülste.

Fig. 34. Querschnitt einer weiblichen jungen Blüthe (120 : 1).

Fig. 35. Desgleichen einer Zwitterblüthe. Die vor den Staubblättern stehenden Ecken sind mit Kreuz bezeichnet (120 : 1).

Fig. 36. Querschnitt einer älteren Blüthe die Stellung der Pappus-Körper zeigend (120 : 1).

Fig. 37. *Coreopsis tinctoria.*

Querschnitt einer (4-zähligen) Blüthe mit Bractee.

Fig. 38, 39. *Bidens sp.*

Querschnitte zweier Blüthen mit ihren Bracteen; die eine hat 2, die andere 3 Pappus-Körper.

Tafel 8.

Fig. 1—15. *Antennaria dioica.*

Fig. 1. Längsschnitt einer jungen männl. Blüthe.

Fig. 2, 3. Hälften von Längsschnitten zweier weibl. Blüthen.

Fig. 4. Junge weibliche Blüthe; Längsschnitt (150 : 1).

Fig. 5. Aeltere weibliche Blüthe; der Kelch als Ringwulst angelegt (150:1).

Fig. 6. Noch ältere; die Pappus-Bildung beginnt (150 : 1).

Fig. 7. Ein Kelchwulst bei etwas verschiedener Einstellung, in *b* mit Pappus-Bildung.

Fig. 8. Junger Pappus-Körper von aussen gesehen (*a*) und im optischen Längsschnitte (*b*).

Fig. 9. Radialer Längsschnitt durch einen Pappus-Körper.

Fig. 10. *a.* Aus einer männlichen Blüthe; Pappus-Körper mit 4 äusseren Zellreihen. *b.* ein anderer mit nur 3 Zellreihen.

Fig. 11. Ein Pappus-Körper, aus 6 äusseren und einer inneren Zellreihe gebildet; links von Aussen, rechts in optischem Längsschnitte dargestellt.

Fig. 12. Ein Pappus-Körper. Die mittlere Reihe stellt denselben von aussen und vorne betrachtet dar; die linke den optischen Längsschnitt; die rechte die tiefste (hintere) Einstellung.

Fig. 13. Ein Pappus-Körper in vorderm Oberflächenbilde (rechts), mittlerer Einstellung (die mittlere Fig.) und tiefste Einstellung (links).

Fig. 14. Oberfläche vom Ovarium und Kelchrande einer Blüthe etwa wie die Fig. 5.

Fig. 15—23. *Tussilago Farfara.*

Fig. 15. Junges Blüthenköpfchen, dessen Blüthen eben angelegt worden sind (37 : 1).

Fig. 16. Ein älteres (37 : 1).

Fig. 17. Eine weibl. Blüthe in Längsschnitt (11 : 1).

Fig. 18. Kelch einer weiblichen Blüthe in Pappus-Bildung (145 : 1).

Fig. 19. Eine junge männliche Blüthe von oben; der Kelch in Pappus-Bildung.

Fig. 20. Querschnitt einer älteren männlichen Blüthe.

Fig. 21, 22. Zwei Querschnitte noch älterer Blüthen, die Pappus-Stellung zeigend.

Fig. 23. Receptacular-Procur in Entstehung begriffen (145 : 1).

Fig. 24—26. *Palafoxia Texana.*

Fig. 24. Pappus-Körper (c. 15 : 1).
Fig. 25. Flügelbildung im Anfang. Die Epidermis-Zellen theilen sich (325 : 1).
Fig. 26. Aelteres Stadium der Flügelbildung (210 : 1).

Fig. 27—30. *Gnaphalium uliginosum.*

Fig. 27. Eine weibliche und eine hermaphroditische Blüthe aus demselben Köpfchen.
Fig. 28. Junges Köpfchen in Längsschnitt.
Fig. 29. Aelteres Köpfchen in Längsschnitt.
Fig. 30. Aeltere weibliche Blüthe in Längsschnitt.

Fig 31, 32. *Centaurea Cyanus.*

Fig. 31. Theil einer Blüthe, an derem Kelche die Pappus-Körper zum Vorschein kommen; um ihren Grund Spreuborsten (120: 1).
Fig. 32. Theil eines älteren Kelches mit dem inneren (*s*—*s*) und dem nachfolgenden Wirtel vom Pappus-Körper (120 : 1).

Fig. 33. *Anacyclus Pyrethrum.*

Junge Blüthe mit ihrer Bractee.

Fig. 34. *Acicarpha spathulata.*

Junge Blüthe, an der die Kelchblätter und Corolle angelegt sind (145 : 1).

Tafel 9.

Fig. 1—7. *Hippuris vulgaris.*

Fig. 1. Ganz junges Blatt in radialem Längsschnitte.
Fig. 2, 3. Zwei etwa gleich alte Blätter, ebenso.
Fig. 4, 5. Zwei ältere, ebenso gleich alte Blätter.
Fig. 6. Querschnitt eines jungen Blattes.
Fig. 7. Optischer Längsschnitt durch die Spitze eines jungen Blattes.

Fig. 8—13. *Hieracium umbellatum.*

Fig. 8. Längsschnitt durch einen jungen Receptacular-Process.

Fig. 9, 10. Zwei junge Blüthen von oben betrachtet (120 : 1).

Fig. 11. Eine ähnliche von der Seite gesehen (120 : 1).

Fig. 12. Der Kelch mit seinen Pappus-Körpern von oben; die mit Kreuz bezeichneten sind die längsten durch den Schnitt überschnittenen Pappus-Körper; die punktirten heben sich eben halbkugelig hervor; die andern liegen zwischen diesen Extremen (120 : 1).

Fig. 13. Theil des Kelches einer älteren Blüthe, in welcher die Pollenkörner schon gebildet sind (120 : 1).

Fig. 14—18. *Leontodon.*

Fig. 14. Querschnitt durch vier Blüthen, welcher zeigt, dass der Kelch sehr regelmässig vor den Staubblättern gestellte Ecken haben kann (*L. hispidus*) (120 : 1).

Fig. 15. Querschnitt einer älteren Blüthe (*L. autumnale*) (120 : 1).

Fig. 16. Stellung des Pappus in einer alten aber noch nicht entfalteten Blüthe (*L. hispidus*) (55 : 1).

Fig. 17. Querschnitt am Grunde eines alten, aber noch nicht ausgewachsenen Pappus-Körper (*L. hispidus*).

Fig. 18. Discus von oben betrachtet. Die 5 Ecken alterniren mit den Staubblättern (*L. autumnale*) (210 : 1).

Fig. 19—23. *Hypochaeris radicata.*

Fig. 19. Kelchrand mit Pappus-Körpern (120 : 1).

Fig. 20. Kelch mit Pappus von der Seite (120 : 1).

Fig. 21. Kelch mit Pappus aus einer älteren Blüthe, von der Seite gesehen. (120 : 1).

Fig. 22. Querschnitt einer jungen Knospe, den Kelch mit den Pappus-Anlagen zeigend (120 : 1).

Fig. 23. Desgleichen einer alten Knospe (120 : 1).

Fig. 24. *Centaurea Cyanus.*

Spreuborste in Querschnitt; *i*, Intercellular-Raum.

Fig. 25, 26. *Centaurea Scabiosa.*

Theile von zwei Kelchen, die Stellung der Pappus-Körper zeigend (145 : 1).

Fig. 27—33. *Cichorium.*

Fig. 27. Theil eines jungen Kelches, die Stellung der Pappus-Körper zeigend. 1 ist der höchste Pappus-Körper; 2—2 die nächst höchsten; 3 folgt danach; die punktirten kommen eben zum Vorschein. *v* Fibrovasalstränge der Staubblätter (145 : 1).

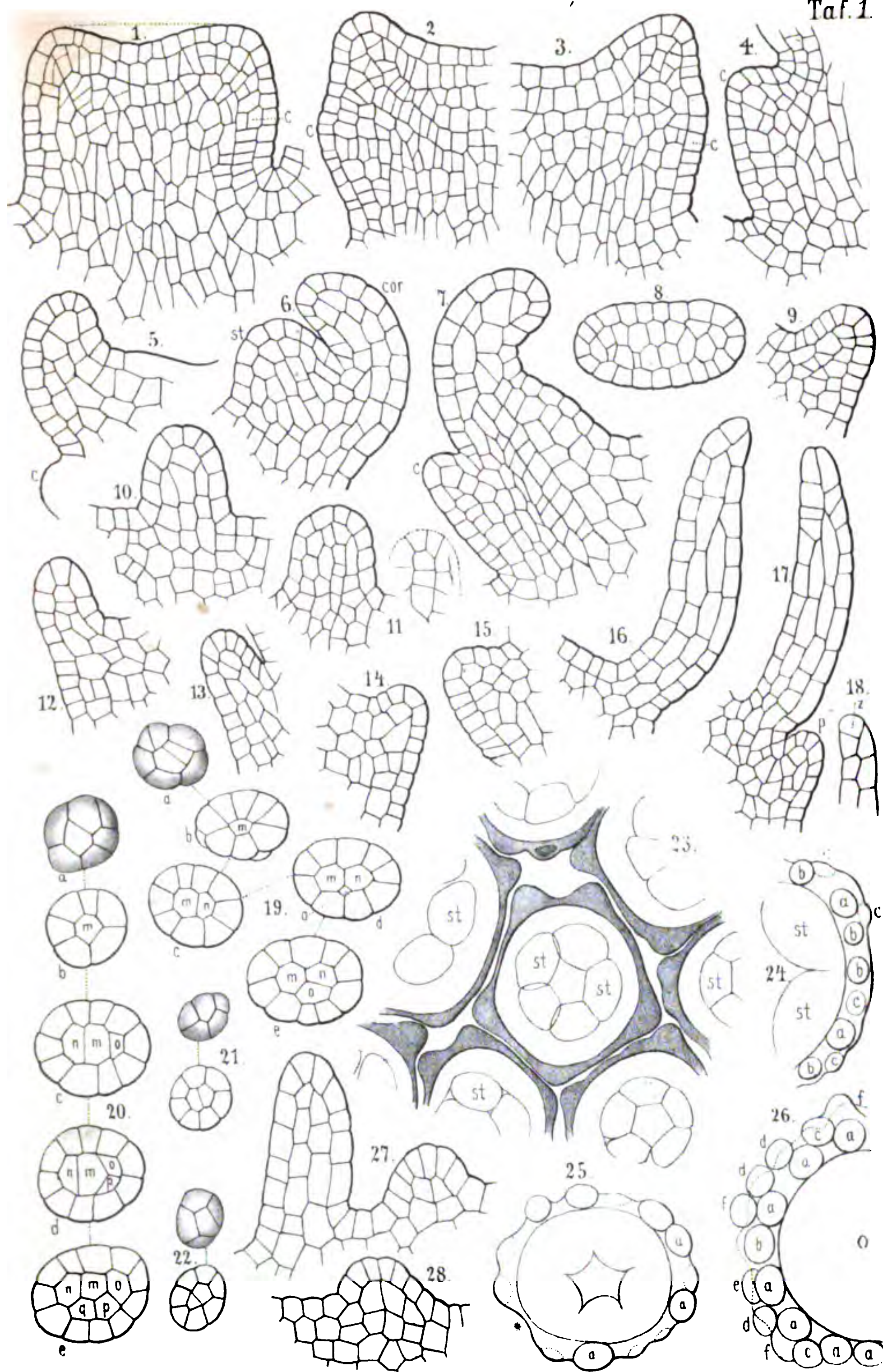
Fig. 28. Theil eines älteren Kelches mit Pappus-Körpern (75 : 1).

Fig. 29, 30, 31. Junge Pappus-Körper in Längsschnitt.

Fig. 32, 33. Zwei junge Pappus-Körper, Scheitelbild und Querschnitt.

(Die Bilder sind alle vom Verfasser selbst mit der Camera clara gezeichnet. Die histologischen Bilder, bei welchen keine Vergrösserung angegeben ist, sind 350—360 Mal vergrössert.)

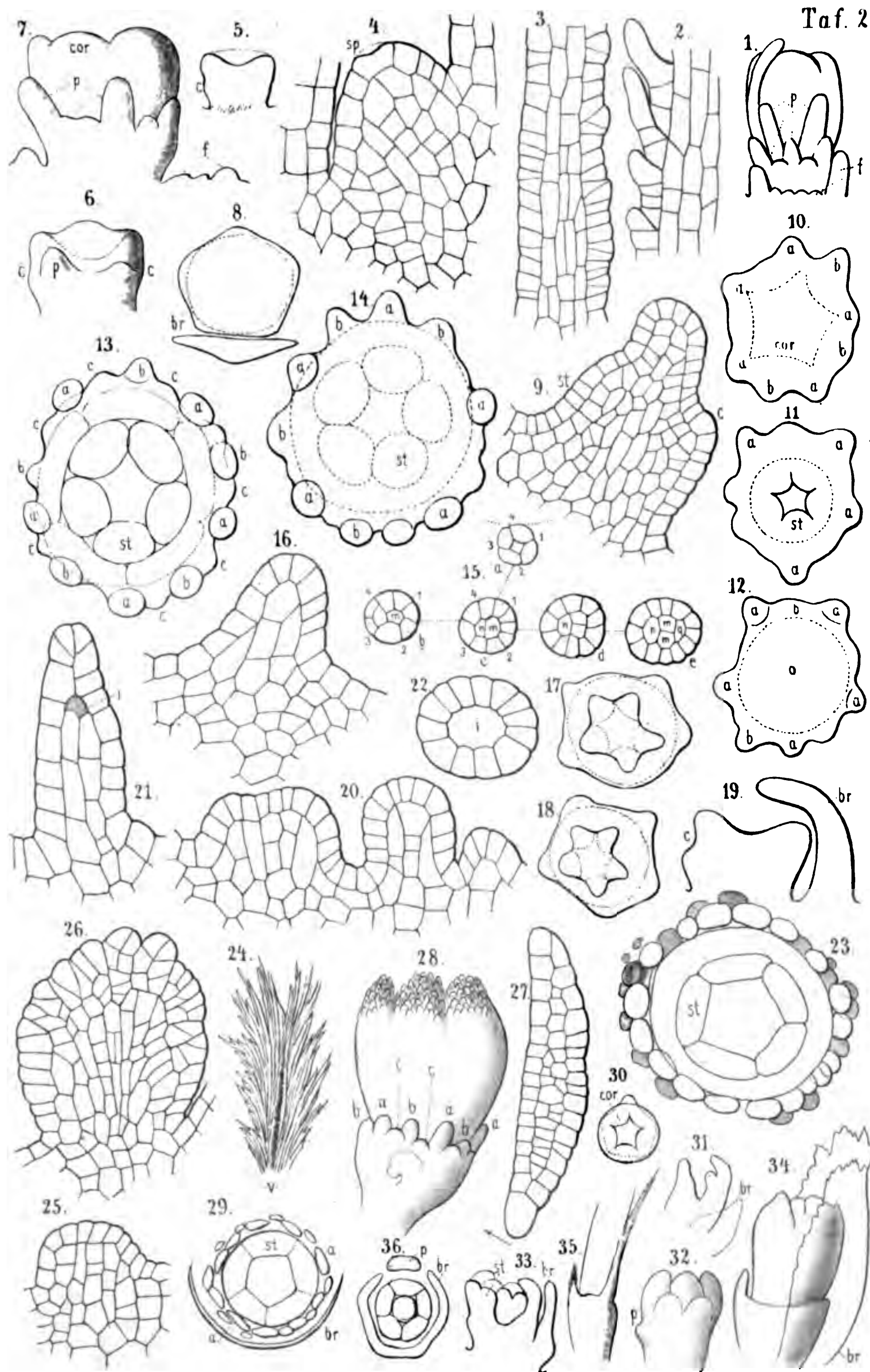
Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.



Cirsium.

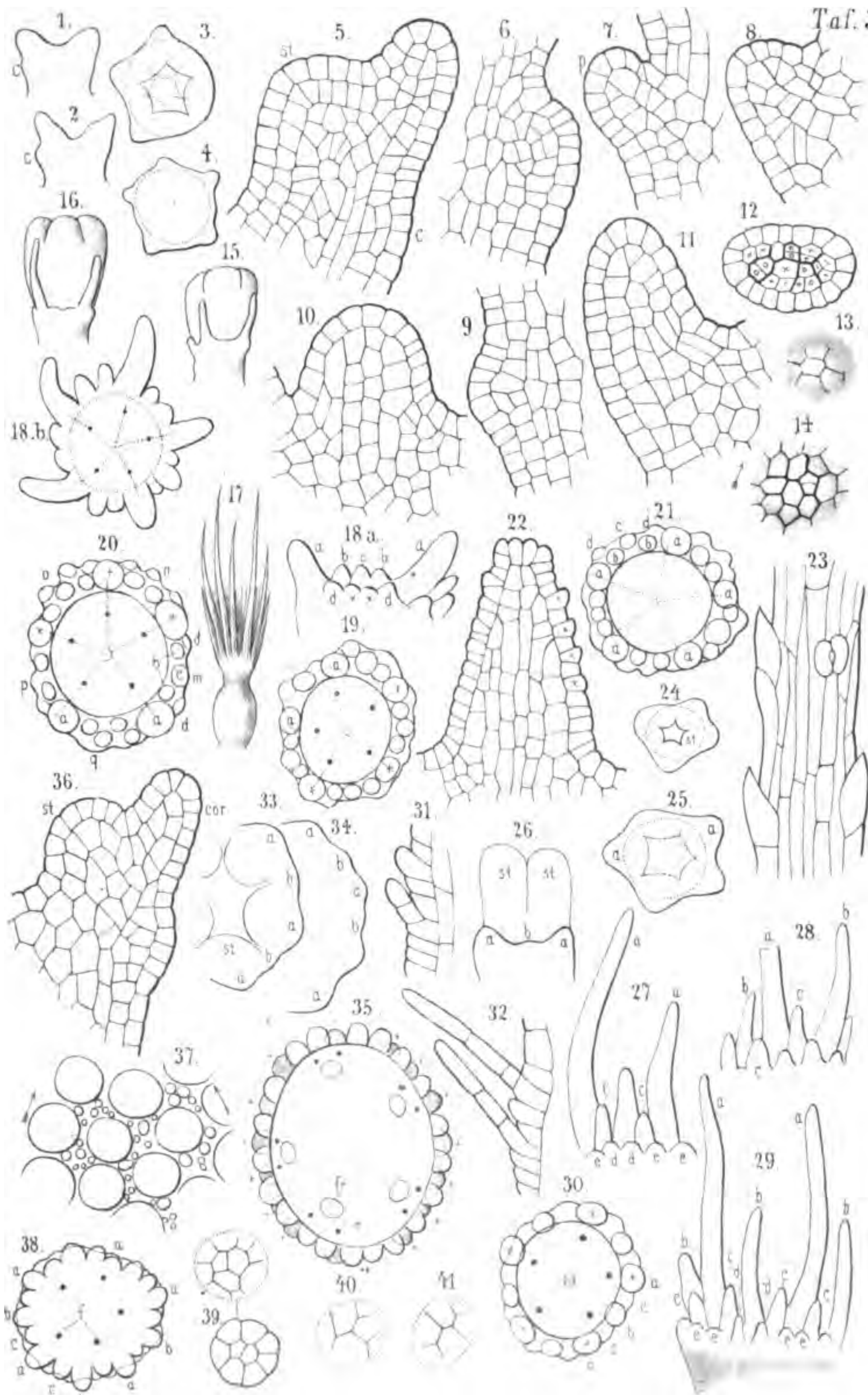
Warming gez.

Lith. Inst. v. A. Henry in Bonn



1-16. Cirsium. 17-22. Carduus. 24-29. Galinsoga. 30-36. Zinnia.

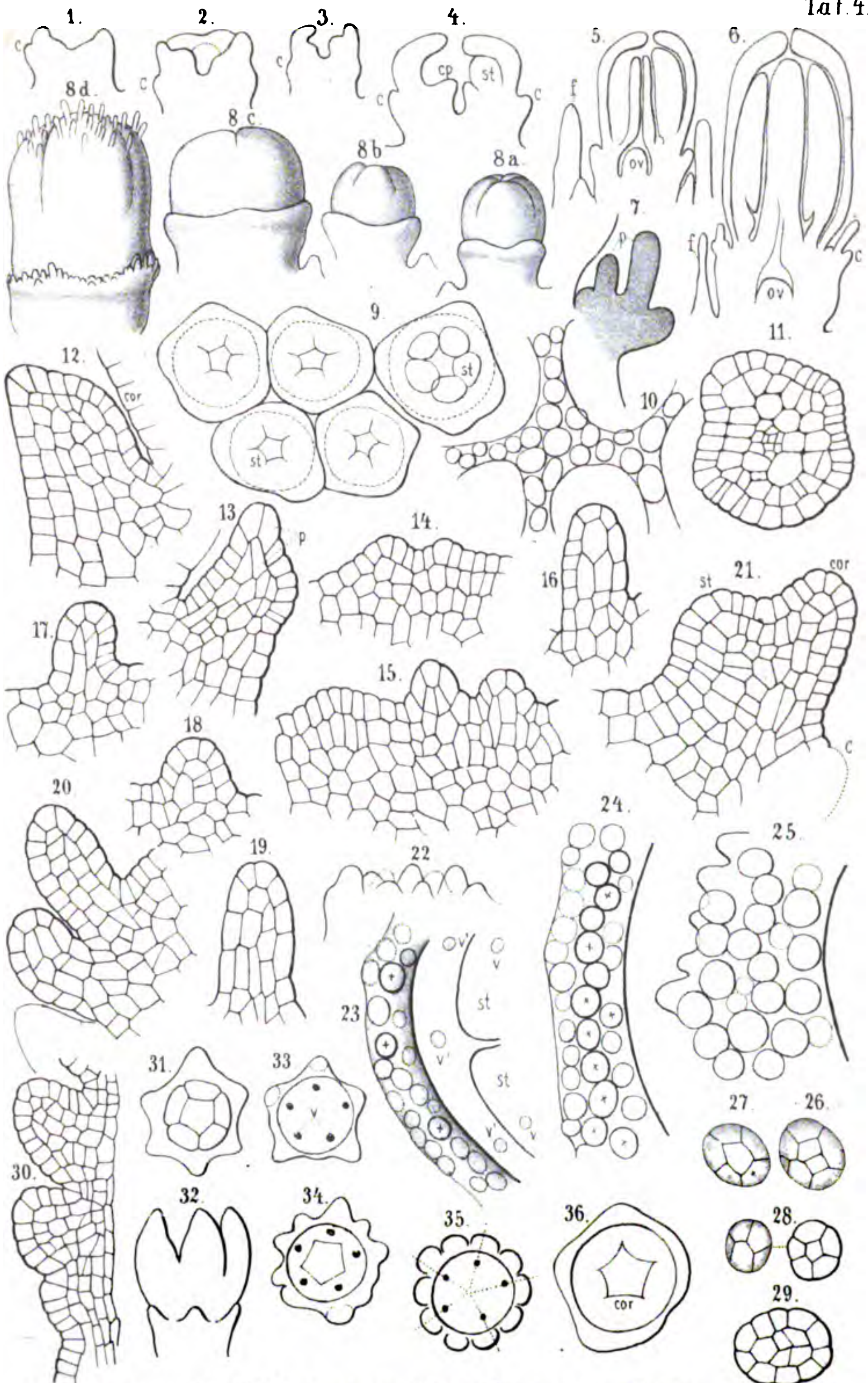
Warming gez. Lith. Inst. v. A. Henry in



1-23. Tragopogon. 24-32. Scorzonera. 33-36. Sogalgina. 37-41. Volutarella.

Warming gez.

Lith. Anst. v. A. Henry in Bonn



1-30, Lappa. 31-32, Helenium. 33-35, Thrincia. 36, Conoclinium.

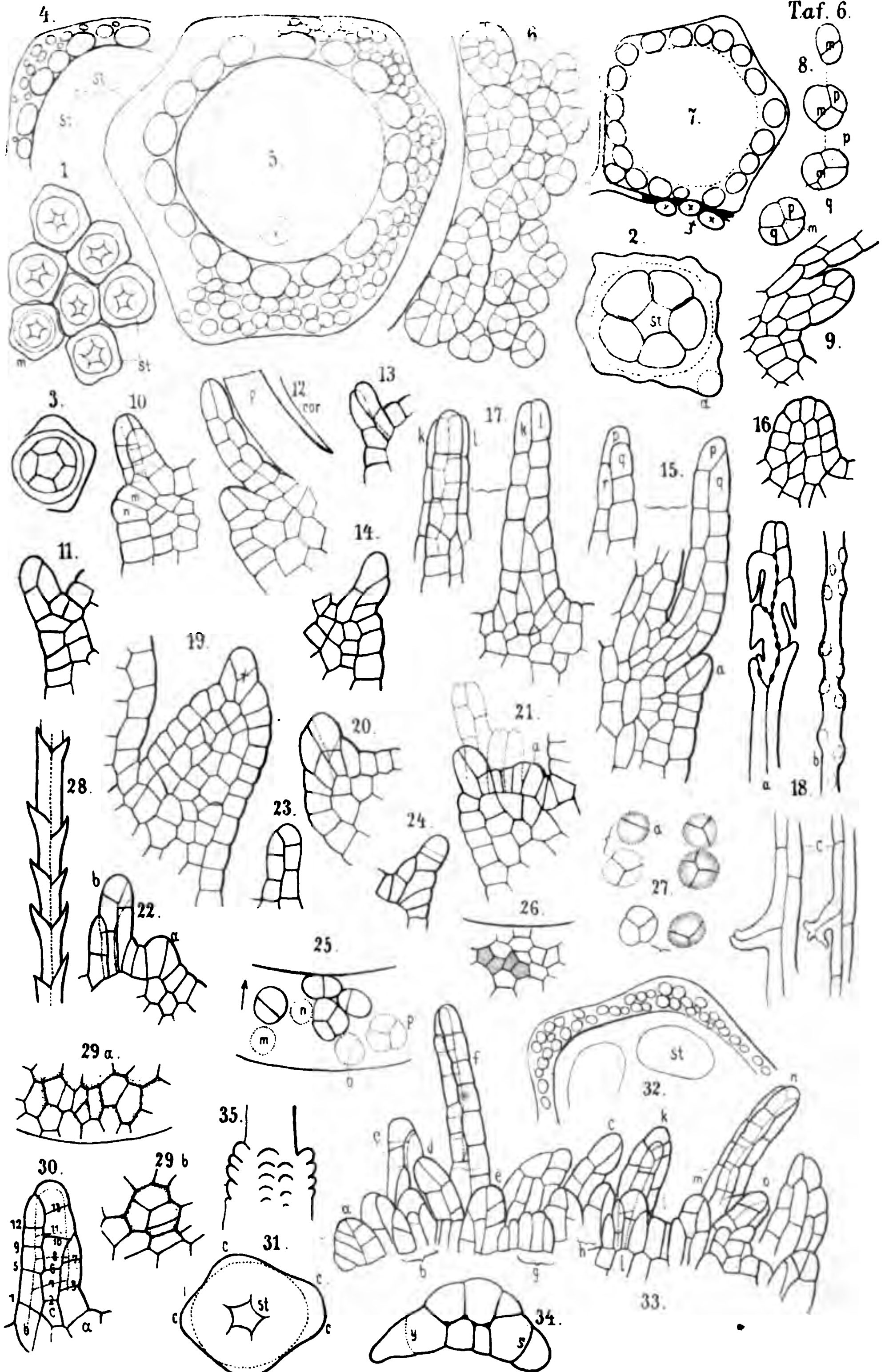
Warming gez. Lith Inst. v. A. Henr.



1-31. Senecio. 32-35. Bellis. 36-38. Cineraria.

Warming gez.

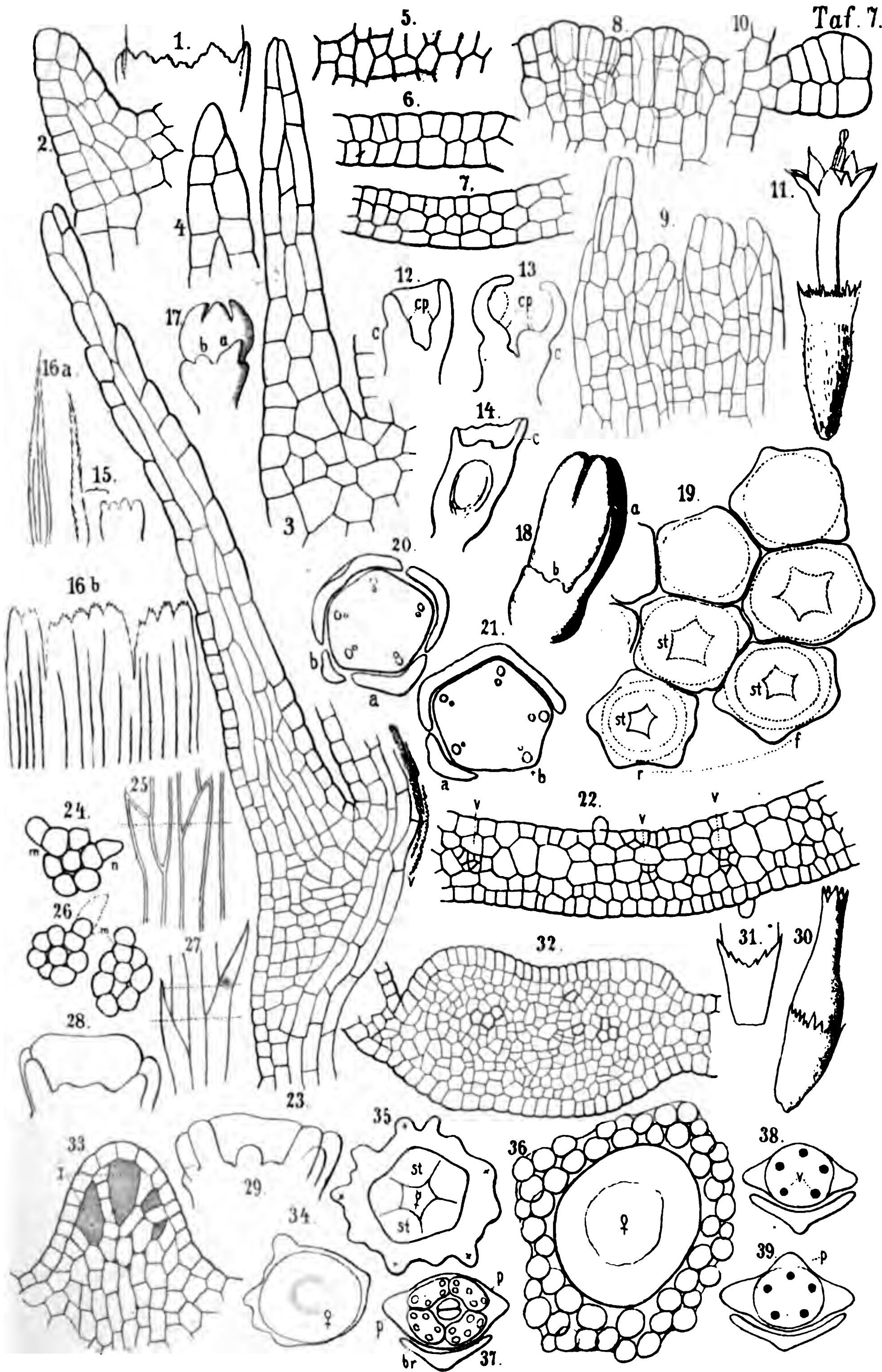
Lith. Anst. v. A. Henry in Bonn.



1-18, Sonchus. 19-28, Lactuca. 28-30, Mulgedium. 31-35, Taraxacum.

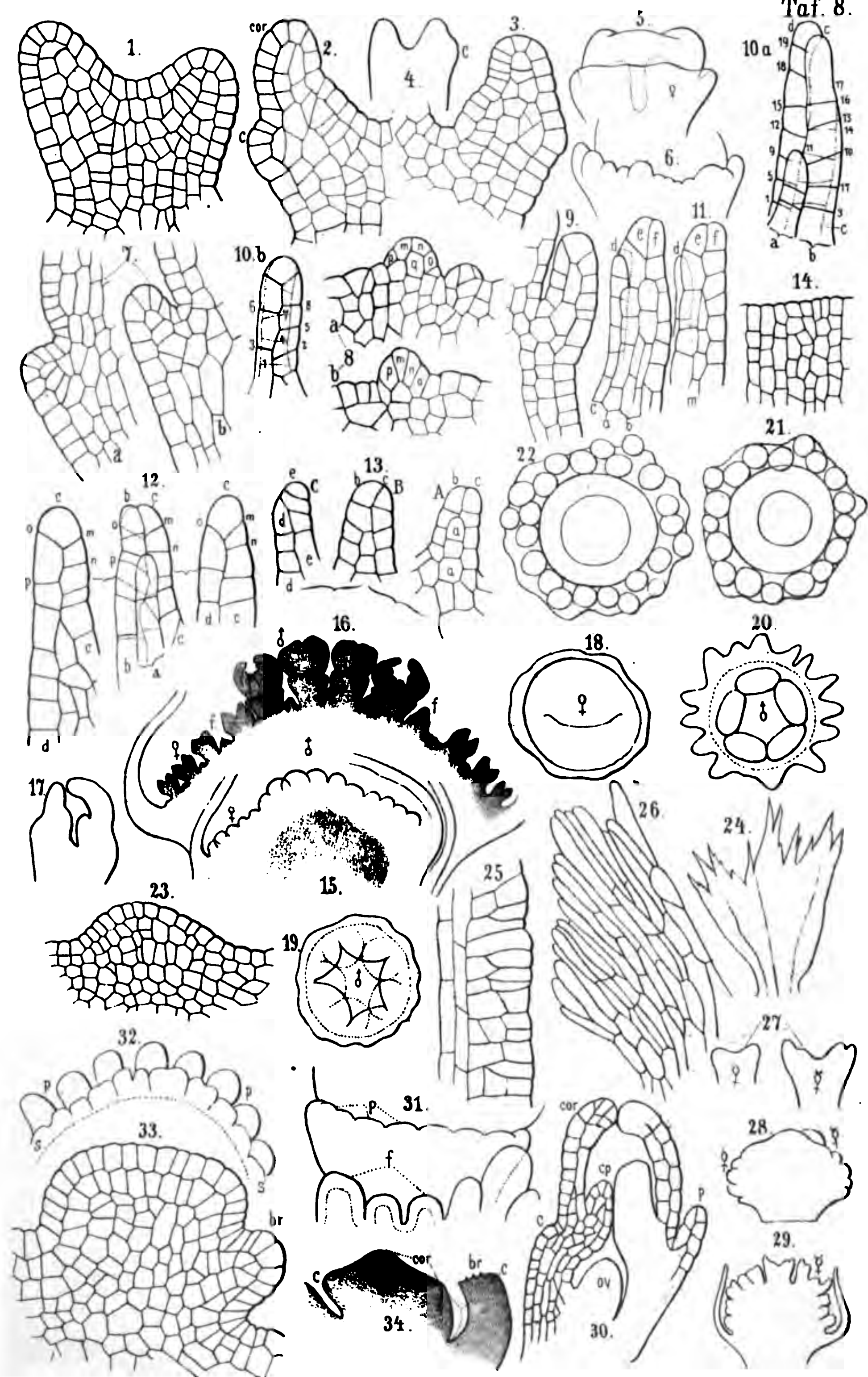
Warming gez.

Lith. Inst. A. Henry in Bon



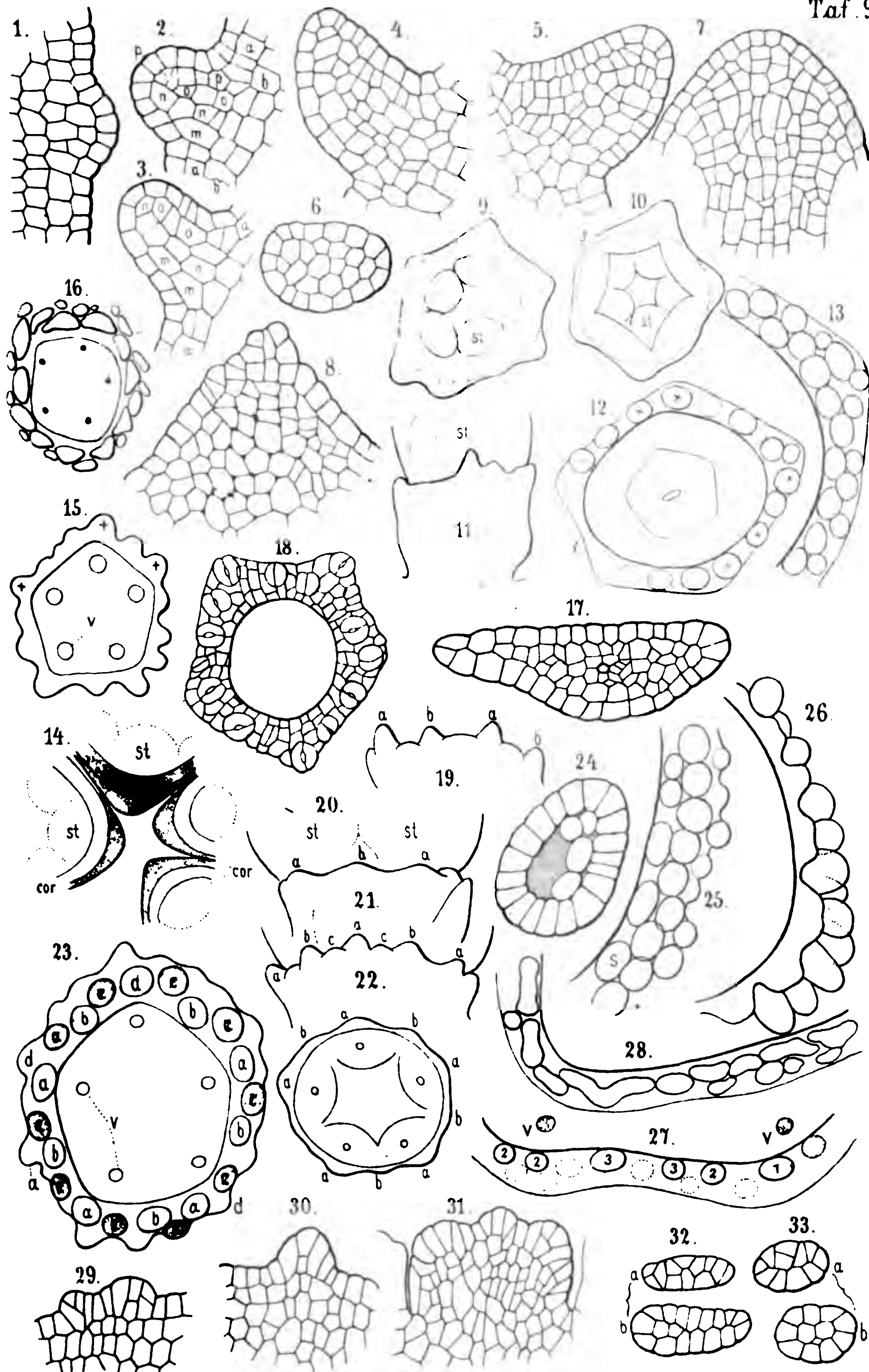
1-7, Tanacetum. 8-11, Grangea. 12-14, Pyrethrum. 15-23, Tagetes. 24-25, Aster. 26-29, Erigeron. 30-32, Echidnacea. 33-36, Solidago. 37, Coreopsis. 38-39. Bidens.

Warming gez. Lith. Anst. v. A. Henry in B.



1-15, Antennaria. 15-23, Tussilago. 24-26, Palafoxia. 27-30, Gnaphalium.
31-32, Centaurea. 33, Anacyclus 34, Acicarpha.

Warming gez. Lith Anst. v. A. Henry, Bonn



1–7, Hippuris. 8–13, Hieracium. 14–18, Leontodon.
19–23, Hypochaeris. 27–33, Cichorium.

Warming gez.

Lith. Inst. v. A. Henry in Bonn.

BOTANISCHE ABHANDLUNGEN

AUS DEM GEBIET

DER MORPHOLOGIE UND PHYSIOLOGIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. JOHANNES HANSTEIN,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT BONN.

DRITTER BAND.

DRITTES HEFT.

Die Parthenogenesis der Caelebogyne ilicifolia
von Johannes Hanstein.

BONN,
BEI ADOLPH MARCUS.
1877.

DIE PARTHENOGENESIS

DER

CAELEBOGYNE ILICIFOLIA.

NACH GEMEINSCHAFTLICH MIT

ALEXANDER BRAUN

ANGESTELLTEN BEOBACHTUNGEN MITGETHEILT

VON

JOHANNES HANSTEIN.

MIT 3 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BONN,

BEI ADOLPH MARCUS.

1877.

Dem Andenken

ALEXANDER BRAUNS

gewidmet

vom Verfasser.

Vorbemerkung.

Das nachstehende Heft enthält die Ergebnisse einer gemeinschaftlichen Arbeit des kürzlich zu allgemeiner Betrübniss von uns geschiedenen Meisters Alexander Braun und des Verfassers derselben. Es war im Frühjahr 1864, als der Genannte diesen aufforderte, mit ihm zusammen den Sommer hindurch eine Reihe von Beobachtungen über die Blüthen- und Fruchtentwicklung der *Caelebogyne* anzustellen, um die Parthenogenesis-Streitfrage für diese Pflanze und somit für die Pflanzenwelt überhaupt endlich zum thatsächlichen und endgültigen Abschluss zu bringen. Verfasser ging auf diesen Vorschlag mit um so grösserem Vergnügen ein, als er selbst damals für diese so auffallende Erscheinung das richtige Verständniss noch nicht hatte gewinnen können, und ihm nun ein solches Zusammenarbeiten mit einem der gewissenhaftesten und sorgfältigsten Beobachter, die je existirt haben, sichere Gewähr der Zuverlässigkeit bot. So wurde denn die gemeinschaftliche Beobachtung im Laufe des Sommers in der unten beschriebenen Weise ausgeführt und mit dem vollkommensten positiven Ergebniss für die Parthenogenesis belohnt.

Ob nun gleich ein Zweifel über diese nicht länger bestehen konnte, so hätte doch Braun gar zu gern auch noch das Verdict eines in den feinsten Befruchtungsvorgängen vorzugsweis geübten Auges gehabt, und so forderte er Hofmeister, — der ja nun leider inzwischen auch schon unsern Kreis verlassen hat — auf, im folgenden Jahre die Blüthenentwicklung dieser Pflanze in der Richtung auf die etwaigen Vorgänge im und vor dem Keimsack zu untersuchen. Wenn ich nicht irre, wurde ihm dasselbe Berliner Exemplar, an welchem wir beobachtet hatten, nach Heidelberg geschickt. Sei es nun, dass es dort nicht recht blühte, oder ein anderer mir nicht bekannter Umstand eintrat, genug, es ist zu solcher Beobachtung seitens Hofmeisters nicht gekommen, wenigstens zu keiner Mittheilung darüber.

Inzwischen war Verfasser dieses nach Bonn übergesiedelt, und sowohl Braun wie er selbst waren Jahre lang mit andersartigen Arbeiten so beschäftigt, dass die *Caelebogyne*-Frage trotz aller Wichtigkeit liegen blieb. Erst im Sommer vergangenen Jahres brachte ich bei

A. Braun die endliche Ausarbeitung und Veröffentlichung der ja an sich abgeschlossenen Beobachtungen in Vorschlag, da ich, mit einer allgemeinen übersichtlichen morphologischen Arbeit beschäftigt, eine für die Oeffentlichkeit massgebende Feststellung dieser wissenschaftlichen Thatsache hierzu nicht gern entbehren mochte. Braun und ich verabredeten demnach die gemeinschaftliche Arbeit so, dass ich zunächst den Thatbestand mit seiner Motivirung, zumal die meist von mir zuerst ausgeführten, — von ihm dann controlirten, — mikroskopischen Untersuchungen der Blüthen, Früchte und Keime schildern und die Sache dann theoretisch erörtern sollte, während er alsdann noch die kryptogamischen Vorkommnisse ähnlicher Art besprechen, und ausserdem seine genaueren Studien über die morphologischen Verhältnisse der *Caelebogyne* anfügen wollte. Auch sollten endlich die inzwischen noch mehr oder weniger festgestellten Fälle von Parthenogenesis bei andern Phanerogamen erörtert werden.

Verfasser hatte nun seinen Theil im Herbst vorigen Jahres nach Berlin geschickt. Allein es sollte aus der gemeinsamen Fertigstellung der gemeinsamen Unternehmung nichts werden. Dem vortrefflichen, hochverehrten Freund war ein schnelles, unvorhergesehenes Ende bestimmt. Ehe er vor vielen anderen Geschäften an die Abfassung seines Theiles dieser Ausarbeitung kommen konnte, raffte ihn der Tod dahin. Von seinen gesammelten Notizen habe ich noch nichts einsehen, nicht einmal sicher erfahren können, ob darüber schon irgend eine schriftliche Aufzeichnung von ihm gemacht ist. Nun scheint es mir geboten, mit dem eigentlichen Thatbestand der Hauptsache nicht länger zurückzuhalten. Indem ich daher eine etwaige Ergänzung der folgenden Darstellung im gedachten Sinne vorbehalte, lege ich der wissenschaftlichen Genossenschaft einstweilen den folgenden von mir abgefassten Antheil der Arbeit als für sich vorläufig abgeschlossene Beobachtungsreihe vor. Es sei somit dies Schriftchen ein Denkzeichen der innigen Freundschaft und der wärmsten Verehrung, welche mich an diesen hervorragenden und seltenen Mann fesselte, der schon lange uns als Naturforscher ersten Ranges sicheren aber massvollen Schrittes voranschreitend in seinem die ganze Natur umfassenden Geist je länger desto mehr die Führung in seiner Wissenschaft, zumal die auf dem Gebiete der allgemeinen Morphologie übernommen hat. Möge sein Andenken uns allen lebendig bleiben!

Poppelsdorf, im April 1877.

Johannes Hanstein.

Die Parthenogenesis

der

Caelebogyne ilicifolia.

1. Eingang.

Das geschlechtliche Verhältniss zwischen den Individuen der bekannten Thierarten konnte den Menschen im Verkehr mit denselben wegen seiner Uebereinstimmung mit dem eigenen menschlichen keinen Tag lang zweifelhaft bleiben. Selbst die Kenntniss und Benutzung der geschlechtlichen Kreuzung verschiedener Arten reicht hinter die Grenzen geschichtlicher Ueberlieferung zurück. Um so länger hat es gedauert, bevor die auf den ersten Anschein von den thierischen so weit abweichenden pflanzlichen Geschlechts-Einrichtungen im Allgemeinen erkannt und durch alle ihre Formen hindurch im Besonderen aufgefunden und richtig gedeutet worden sind. Endlich aber war auch dies gethan und die geschlechtliche Zeugung erschien nunmehr als ein einheitlich die ganze organische Welt beherrschendes, ausnahmslos geltendes Naturgesetz. Nicht ohne einen gewissen Widerwillen wurden daher die Thatsachen aufgenommen, welche dennoch als Nichtbefolgungen dieses scheinbaren Gesetzes zunächst auf zoologischer Seite nach und nach ans Licht traten. Ihrer zwingenden Macht jedoch vermochte die wie auch immer voreingenommene Theorie nicht lange Widerstand zu leisten. Nicht nur lagen in Bälde grössere Reihen von Fällen vaterloser Geburten bei Thierarten verschiedener Klassen vor, sondern es erwiesen sich diese auch als in die Formen-Kette der entsprechenden Entwicklungs-Kreise regelmässig eingefügte Glieder. Nicht aus Mangel an Männchen oder sonst irgend eines Zufalls wegen wurden von jung-

fräulichen Müttern hier und dort Junge hervorgebracht, sondern es traten Wechselgeburten bald väterlich befruchteter, bald unbefruchteter Generationen hier und dort als Zwischen- und Uebergangs-Formen auf, welche in der Ausführung der ganzen biologischen Aufgabe der betreffenden Thierart ihren ganz bestimmten Antheil zu übernehmen hatten.

Den ersten Schritt in diesem wechselvollen Erkenntniss-Vorgang machte das Auffinden des sogenannten Generations-Wechsels aus, der durch v. Chamissos, Sars's und Steenstrups Entdeckungen zunächst als regelrechte entwicklungsgeschichtliche Thatsache in die Zoogenesis eingeführt wurde. Die Wechsel-Geburten von *Salpen*, *Medusen*, *Anneliden* liessen erkennen, dass die genealogische Schablone der Doppel-Zeugung auch nur als abwechselnde Erscheinungs-Formen auftreten, d. h. regelrecht mit geschlechtslos erzeugten Generationen alterniren könne. Entstanden diese zum Theil freilich, wie die jungen Medusen, als Knospen und waren damit nicht Ei- sondern Spross-Generationen, nicht wahre Neuwesen, sondern mehr als Abgliederungs- und Theilungs-Erzeugnisse der vorhergehenden Generation zu taxiren, so wurden dagegen in den heterogenetischen Reihen der Würmer zwischen den beidelterlich erzeugten echten Eiern auch junge Wesen, die ohne Befruchtung, in einzelnen Eltern-Formen entstanden, aufgefunden, welche als Zwischenbildungen von eigner Sonder-Physiognomie wirkliche keimähnliche Neubildungen ausmachten.

Ganz ähnliche Thatsachen enthüllten sich in den niederen Gebieten des Pflanzenreiches. Die vergeblichen Bemühungen, die blattbürtigen Sporen der Farne durch Befruchtung erzeugt zu sehen, fanden ihr Ziel durch die Entdeckung der wahren geschlechtlichen Zeugung dieser Gewächse, die, seltsam genug, sich auf den Kindheitsformen ihrer Stöcke, den sogenannten Prothallien oder Vorkeimen entdecken liess. Nun war die Sporen-Zeugung als geschlechtslose festgestellt, ob sie gleich eiartige Einzelzellen und aus diesen völlig neue Eigenwesen zu Stande brachte. Dagegen bildeten die in ihrer individuellen Physiognomie so einfachen und unvollkommenen Prothallien eine Zwischen-Generation, deren Existenz darin gipfelte, den Geschlechts-Act zu vollziehen und durch denselben beidelterlich erzeugte Ei-Gebilde hervorzubringen. Nur dass diese — wiederum seltsam genug — statt einer Samenruhe zu pflegen, alsbald zu lebendigen Eigenpflänzchen ausgestaltet werden. Der Wechsel zweier Generationen, einer geschlechtlichen und einer ge-

schlechtslosen, wurde mithin von diesen Pflanzen, wie von den oben genannten Thieren, klar gelegt. Den Farnen reihten sich nun analoge Beobachtungen anderer Kryptogamen in immer grösserer Zahl an, und fast alle Formen der Algen und Pilze erwiesen sich fähig, sowohl solche Jungwesen hervorzubringen, die von zweierlei differenten Elter-Organen vorbereitet werden, als solche, die unbefruchtet, wie man sagt rein vegetativ erzeugten Sporen-Zellen ihre Entstehung verdanken.

Genau genommen fehlt es, zumal bei Algen und Pilzen, in der plastischen Herstellung dieser Fortpflanzungs-Zellen an einem recht durchgreifenden morphologischen Unterschied. Es sind eben beides frei erzeugte Tochter-Zellen, die, völlig zur Selbständigkeit gelangt, gänzlich neue Einzelwesen darstellen. Dieselben sind von Anbeginn vom Mutterwesen unabhängig und brauchen sich nicht nach Knospenart erst von diesem abzugliedern. Sie ererben Beide von den Mutter-Individuen die Ausgestaltungs-Begabung der Art in ihren wesentlichen Zügen. Immerhin ist die Theorie geneigt, diesen regelrecht auftretenden Zwischen-Generationen ungeschlechtlich entstandener Jungwesen, bei Thieren wie bei Pflanzen, mehr den Werth von Knospen-Bildungen beizulegen, als sie den durch geschlechtlichen Zusammenfluss zweier Eltern-Producte bewirkten Ei-Erzeugnissen gleichwerthig zu achten. Sonach erkennt man in diesen Bildungen nicht sowohl schon einen theoretischen Widerspruch gegen die allgemeine Gültigkeit des Gesetzes von der geschlechtlichen Zeugung an, sondern nur eine Reihe von Gegenerscheinungen, d. h. von principiell einseitig hergestellten Vermehrungs-Körpern.

Wie dem auch sei, so ist nicht zu leugnen, dass diese den thatsächlichen Beweis liefern, wie ganze Generationen ihre Fortpflanzung ausnahmslos ohne Zeugung ins Werk setzen können, während ihre Nachkommen wiederum eines Zeugungs-Actes mit geschlechtlicher Differenzirung bedürfen. Hierdurch war also schon die kaum erst scheinbar über alle Provinzen des Thier- und Pflanzenreiches sicher gestellte Alleinherrschaft des Gesetzes der geschlechtlichen Zeugung durch die Erscheinungen der Wechselwirthschaft geschlechtlich und ungeschlechtlich erzeugter Generationen wiederum in ihrer Geltung beschränkt. Allein es drohte ihr endlich eine noch viel schwerere Schädigung durch die Entdeckung solcher vaterloser Zeugungen, die nicht als regelrechte Wechselvorgänge, sondern als einfache Ausnahmen

von der Regel sich unter die normalen Fälle der Geschlechts-Zeugung mischten, ohne einen Unterschied ihrer Erzeugnisse sehen zu lassen.

Im Thierreich hatte zunächst Niemand eine derartige eigentliche Jungfern-Zeugung vermuthet. In der Botanik dagegen, in welcher von Anbeginn die vorgefasste Meinung — bekanntlich das gewichtigste aller wissenschaftlichen Motive — überhaupt gegen die Annahme geschlechtlicher Zeugung votirte, und das Gift des theoretischen Widerspruchs wirksam blieb, suchte man zunächst wenigstens solche Einzelfälle rein weiblicher Zeugung zu constatiren. Die Versuche von Spallanzani, Camerarius und Anderen, die an allerlei weiblichen Exemplaren diöcischer Pflanzen reife Samen, welche keimfähig waren, aufzuspähen suchten, hatten ihre Spitze alsbald gegen die Sexual-Theorie in ihrer Alleingültigkeit gerichtet. Dennoch wurden die botanischen Parthenogenetiker zunächst aus allen ihren Positionen zurückgedrängt. Die Beobachtungen, dass die Weibchen jener diöcischen Pflanzen ohne Männchen dennoch Früchte mit keimfähigem Samen zur Welt brächten, wurden durch den Nachweis, dass diese sich durch Ausbildung männlicher Blüthen selbst zu befriedigen im Stande seien, anscheinend ganz zurückgewiesen. Da wurde denn aber der scheinbar nun sicher gestellte Besitz der Sexual-Theorie eben durch die eingangs erwähnten Thatsachen unzweifelhafter Jungfern-Zeugung gerade auf zoologischer Seite wieder in Zweifel gestellt.

Die alten Beobachtungen der Bienen-Züchter fanden in den besonders von Leuckart und v. Siebold streng wissenschaftlich durchgeführten Nachweisen ihren Abschluss. Die Königin des Bienenvolkes legt zeitweise unter Befruchtung erzeugte Arbeiter-Eier und ausserdem besondere Eier für Drohnen, denen der Einfluss einer väterlichen Spermatozoiden-Zuthat nicht zu Gute kommt. Die Mütter vieler Geschlechter wespenartiger Insecten thun Aehnliches in verschiedenem Wechselbetrieb ihres genealogischen Stamm-Haushaltes [1]). Beobachtungen an Schmetterlings-Arten aus der Sippe der Spinner legten das noch

---

1) Und auch die Erscheinung des Generations-Wechsels der Salpen wird sich diesen anreihen, wenn es sich bestätigt, dass die Ketten-Individuen derselben, deren Erzeugung mit den Einzelgeburten abwechselt, parthenogenetisch geborene Männchen sind. Vgl. Brooks, Proceedings of the Boston Society of Nat. History XVIII p. 193.

einfachere Ergebniss vor Augen, dass auch deren Weibchen, wo sie der Begattung entsagen müssen, doch der Mutterfreuden nicht immer zu entbehren brauchen, sondern, so gut es gehen will, wenigstens doch einen Theil ihrer Ei-Anlagen allein, ohne männliche Beihülfe zur Fortentwicklungsreife ausbilden. Andere Fälle gesellten sich hinzu und die vaterlose Zeugung mancher Formen oder Individuen gewisser Thierarten konnte nur noch von solchen fanatischen Leugnern bestritten werden, die sich, der Theorie zu Liebe, von der sie nicht lassen können, vor der Sonnenklarheit der Thatsachen fest genug zu verschliessen verstehen.

Hiermit eben gewann aber die Revolution gegen die obligatorische Sexual-Zeugung auch auf phytologischem Gebiet wieder neue Ausgangspunkte und neue Antriebe. Zunächst wurden wieder die alten Fälle, Hanf, Hopfen, Mercurialis u. s. w. herbeigezogen und drohten, sich dem als unumgänglich ausgerufenen Gesetze nicht fügen zu wollen. Aber immer auf's Neue wurden sie bekämpft. Diesen Gegenstand hat A. Braun schon ausführlich in einer früheren Abhandlung[1]) besprochen, in welcher er die ganze Reihe der auf diesem Gebiet erkundeten Thatsachen und die entsprechende Reihe der Discussionen darüber dargelegt hat. In einer zweiten Behandlung[2]) der Sache hat er wiederum die neueren, besonders von Regel gemachten Einwürfe widerlegt. Es ist deshalb nicht angezeigt, hier auf diese Einzelheiten wieder einzugehen. Doch hat alsdann der Genannte in den gedachten Aufsätzen gerade den gewichtigsten Fall für pflanzliche vaterlose Zeugung ausführlich dargelegt und seiner Ansicht nach als ausreichend beweiskräftig hingestellt, für solche wenigstens, die sich entschliessen können, einen Naturvorgang mehr nach dem Totaleindruck einer grossen Reihe von Fällen zu beurtheilen, als mit ängstlicher Trug-Gewissenhaftigkeit sich an streng inductive Beweisführung zu klammern und nach dieser zuletzt selbst in solchen Fällen zu verlangen, wo dieselbe schlechthin unausführbar ist. Denn wenn man alle Schlüsse aus Analogien, alle Wahrscheinlichkeits-Urtheile ausschliesst, so ist es z. B.

---

1) A. Braun, Die Parthenogenesis bei Pflanzen; Abhandl. d. K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1857.

2) Derselbe, Ueber Polyembryonie und Keimung an *Caelebogyne*; ebendaselbst, 1860.

unmöglich für irgend ein Neuwesen seine etwaige vaterlose Zeugung überhaupt empirisch zu erweisen. Denn die allein mögliche Beobachtung, dass von zwei einander ganz ähnlichen Keim-Anlagen die eine, welche man zur Befruchtungszeit analysirt, die Abwesenheit jedes Befruchtungs-Körpers zeigt, die andere aber, die man unversehrt lässt, keimt, beweist ja, streng genommen, durchaus nicht, dass auch diese keimende nicht befruchtet ist und dass jene nicht befruchtete gekeimt haben würde. Dazu müsste ja dann das fragliche keimende Neuwesen selbst zur Entstehungszeit zerschnitten, also vernichtet worden sein. Aber dann kann es seinen Keim nicht mehr entwickeln, noch seine Keimkraft zeigen. So führt die Prätension des Verlangens nach einer lückenlosen Induction, wo solche doch der Natur der Sache nach unmöglich ist, einfach zum Absurdum. Es ist unmöglich, sich an einem und demselben Individuum von dem Verlauf seiner inneren und äusseren Ausgestaltung zu überzeugen und ist dennoch sehr wohl möglich, aus der Combination der Beobachtungen an verschiedenen Individuen die feste Ueberzeugung von der Art solches Vorganges zu gewinnen. So kann man auch aus einer grösseren Summe übereinstimmender Beobachtungs-Ereignisse über solche Vorgänge zu ausreichend sicherer Anschauung gelangen, d. h. durch den Analogien-Schluss. Man braucht also nicht von jedem einzelnen Keim gesehen zu haben, ob auf seine Urmutterzelle ein männlicher Zeugungs-Contribuent eingewirkt habe oder nicht, und kann doch überzeugt werden, dass dies in gewissen Fällen nicht Statt gefunden habe, so auffallend dies sei.

Unbefangenen Urtheilen gegenüber musste daher die in den erwähnten Abhandlungen von A. Braun besprochene Thatsachen-Summe mit solchem Gewicht in die Wagschale fallen, dass ein Zweifel kaum noch wissenschaftlich motivirbar blieb. Die Pflanze, an welcher der Genannte damals die echte Parthenogenesis, als durch einen Nothstand hervorgerufen, für sich durchaus überzeugend erkannt und demgemäss dargestellt hatte, war die neuholländische *Euphorbiacee Caelebogyne ilicifolia.* Diese diöcische Pflanze, im äusseren Ansehen unserem *Ilex acuifolium* nicht unähnlich, dem Blüthenbau nach zu den Gattungen der *Hippomaneen* gehörig, wird seit einigen Jahrzehnten in den europäischen Gärten hier und dort cultivirt. Zuerst nach England eingeführt, und zwar in einem weiblichen Exemplar, verrieth sie ihre

Befähigung, in ihrem durch Versetzung aus dem Vaterlande veranlassten verwittweten Zustande in unbegatteten Blüthensprossen entwicklungsfähige Nachkommen zu erzeugen, schon dem Beobachter John Smith[1]), welcher diese ausführlich bekannt machte, ohne damit allgemein Glauben zu finden. Jedoch drehte sich seitdem der Streit für und wider die Möglichkeit vaterloser Zeugung wesentlich um dieses Gewächs, aus dessen merkwürdig einfachem Zeugungs-Verfahren Jeder herausempfand, dass die Beobachtung und Kritik desselben sich zum theoretischen Schlachtfelde für den letzten Austrag dieser Streitfrage vorzugsweise schicke. Neben den Kew-Gardens-Erfahrungen bot besonders der Berliner botanische Garten die vortrefflichste Gelegenheit zu Beobachtungen dafür. Die wenigen hiesigen *Caelebogyne*-Stöcke brachten wiederholt so zahlreiche Nachkommen zur Welt, dass die hierdurch und durch die Smithschen Beobachtungen festgestellte Thatsachen-Reihe eben, wie vorher gesagt, geeignet war, ohne Weiteres schon den Widerspruch, den man »von Rechts wegen« machen zu müssen glaubte, abzuwehren. Allein man nahm ja eben lieber Alles an, als dass man einer solchen Unordnung in dem genealogischen Naturrecht der Pflanzenwelt stillschweigend Raum gegeben hätte. Statt der heimlichen Erzeugung männlicher Blüthen, deren Nichtstattfinden leicht nachzuweisen war, schob man als ferneres Auskunftsmittel das Auftreten einzelner Antheren in weiblichen Blüthen vor, und als auch diese sich allzu selten, fast niemals finden wollten, mussten die an der Blüthe auftretenden Drüsen mit ihrem klebrigen Safte helfen, das Pollen zu ersetzen. Endlich wurde letzteres Object hypothetisch von andern *Euphorbiaceen* requirirt. Wie aber für diese letzte Hypothese an den Erzeuglingen die Bastard-Form ausblieb, so führten auch die übrigen Annahmen, wie in solchen Fällen gewöhnlich, zu grössern Wundern und Ungereimtheiten, als es die Annahme der Jungfern-Zeugung an sich war. Am Bösesten und zugleich am Abgeschmacktesten suchte man das ruhige Urtheil in dieser Sache dadurch zu verwirren, dass man denen, welche die Thatsächlichkeit dieser merkwürdigen Erscheinung, wie sie erkannt war, einfach und gegenständlich vertheidigten, Motive metaphysischer Art dafür unterschob, die mit der Wissenschaft

---

1) Notice of a plant which produces perfect seeds without any apparent action of pollen, Linnéan Transactions XVIII (1841) p. 509. tab. 36.

an sich nichts zu thun haben. Den ersten Theil dieses Streites hat A. Braun in den früheren Mittheilungen ausführlich dargelegt; auf den zweiten wird nachher zurückzukommen sein. Alles zu wiederholen erscheint eben nicht erforderlich.

Allein, wenn auch, wie eben gesagt, wissenschaftlich nicht motivirbar, so blieben doch immerhin noch gewisse von diesen subjectiven Zweifeln oder Unbefriedigtheiten menschlich entschuldbar, denn es ist nicht zu leugnen, dass das möglichst lange und ausdauernde Festhalten an einer Theorie, die einen ganzen Kreis von lange bekannten Natur-Erscheinungen harmonisch und anmuthend zusammenschliesst, im Princip nicht zu tadeln ist. Wer dann dem Stoss der hereinbrechenden Widerspruchs-Thatsachen persönlich ferner steht, oder wer gerade in gewissen eigenen Beobachtungen denselben besonders nahe zu stehen und durch diese Grund genug zur Ablehnung zu haben glaubt, der muss sich selbstverständlich zu jeder möglichen Ausflucht lieber wenden, als dass er eine ihm so antipathische Anschauungsweise acceptirte. Lieber enthält sich Mancher schliesslich sogar alles Votirens überhaupt. Und so schaaren sich denn principiell die am Alten Festhaltenden mit anderen Dissentirenden immer von Neuem zusammen, und das Neue, wie richtig es immer sei, bleibt dennoch durch Majorität verworfen. Demnach lesen wir denn auch in der neuesten Ausgabe des zur Zeit verbreitetsten botanischen Lehrbuches, dass die Zweifel über die Parthenogenesis der *Caelebogyne* noch immer nicht beseitigt seien.

Die Gegner der Annahme der Parthenogenesis als Ausnahme-Verfahren bei solchen Pflanzen-Arten, welche sonst Gatten-Zeugung üben, klammern sich, um die Sache nun also kurz noch einmal zusammenzufassen, an die Annahme, dass entweder trotz aller versicherten Genauigkeit die Vertheidiger dieser Lehre in ihren Beobachtungen heimlich erzeugte Antheren oder Pollen-Schläuche dennoch übersehen haben, oder dass die *Caelebogyne* selbst die Delinquentin sei, und sich, obgleich ihre Mutter und Urmütter in der Heimath mit normalen Männchen, deren Vorkommen und Bau längst bekannt ist, in legalem Verkehr existirt haben, hier eine ganz neue und insofern unerhörte Selbstbefruchtungs-Manier angewöhnt habe, oder endlich, dass die vermeintlichen Keim-Pflänzchen dieser Pflanzen, die hier in den europäischen Gärten auftauchen, gar keine wirklichen Keimlinge seien, son-

dern nur Spross-Knospen, die ausnahmsweise aus unbefruchteten Ovarien erwüchsen, statt aus neuen Sprossen.

So stand die Frage etwa schon vor 12 Jahren, als der Inhalt der nachfolgenden Mittheilungen entstand, und so steht sie etwa noch heut, wo dieselben endlich der Oeffentlichkeit sollen übergeben werden. Und deshalb musste am Ende, trotz noch so fester Ueberzeugung, eine abermalige und wenn irgend möglich noch sorgfältigere und vorsichtigere Beobachtungs-Reihe nicht nur wünschenswerth, sondern sogar erforderlich erscheinen, damit endlich die letzten theoretischen Zweifel über diese für die gesammte Biologie so wichtige Sache beseitigt würden. A. Braun forderte daher den Verfasser dieses im Frühjahre 1864 auf, mit ihm gemeinschaftlich eine solche Beobachtungs-Reihe auszuführen. Bei der Wahl desselben zum Gehülfen fiel in die Wagschale, dass dieser zu denjenigen Botanikern gehörte, denen es trotz des grössten Vertrauens zu den Vertheidigern der Parthenogenesis dennoch sehr schwer geworden war, angesichts der herrschenden Ansicht von der unumstösslichen Gesetzlichkeit der Doppelzeugung diese Ausnahme, diese Widersetzlichkeit einzelner Organismen gegen das allgemeine Gesetz hinzunehmen. Braun durfte mithin voraussetzen, dass der Verf. besonders geneigt sein würde, die besagte Delinquentin des schärfsten Verhörs und der rigorosesten Controle in ihrer Untersuchungshaft unterwerfen zu helfen, um, wenn irgend möglich, an derselben irgend eine bisher geheim gehaltene Beeinflussung durch männliche Zeugungs-Contribuenten und selbst verborgene Herrichtung von solchen zur Selbstbefriedigung nachzuweisen.

2. Beobachtungen an einer Caelebogyne des botanischen Gartens bei Berlin.

Es wurde nun ein schönes, kräftiges Exemplar der *Caelebogyne ilicifolia* aus dem grossen botanischen Garten zu Schöneberg bei Berlin zunächst in den kleinen botanischen Garten hinter dem Universitäts-Gebäude daselbst versetzt, sowohl der Bequemlichkeit der Beobachtung wegen, als auch besonders um es möglichst weit von allen Schwester-Exemplaren des Gartens zu Schöneberg abzusondern. Nunmehr betrug

die Entfernung zwischen ihnen in gerader Linie fast eine halbe deutsche Meile, und angenommen, es wären im Lauf des Sommers an den lediglich weiblichen Exemplaren in Schöneberg ein Paar ungesetzliche männliche Blüthen zu Stande gekommen, so hätte es merkwürdig zugehen müssen, wenn sie vermocht hätten, von ihrer Minimal-Quantität von Pollen irgend ein Korn bis mitten in die grosse Stadt hinein an die betreffende Adresse gelangen zu lassen. Selbstverständlich befand sich im Universitäts-Garten kein andres Exemplar dieser Pflanzen-Art, noch ist von der Existenz eines solchen in der Stadt Berlin nebst ihrem weiten Umkreise irgend etwas bekannt geworden.

Im Universitäts-Garten wurde aus Lattenwerk eine Hütte erbaut, die dem Licht und der Luft ungehinderten Zutritt gestattete, sonst aber Niemandem, als den beiden Beobachtern und dem Universitäts-Gärtner Sauer[1]) als Pfleger und speciellem Aufseher des Versuchs-Objectes, das, in diese Hütte versetzt, stets unter seiner directen Aufsicht blieb. Die Hütte wurde verschlossen gehalten und nur dreimal des Tages geöffnet, einmal Morgens um 8 Uhr von A. Braun zur Beobachtung der Pflanze, einmal vom Verfasser Mittags um 2 Uhr zu demselben Zweck und höchstens noch einmal von Sauer zum Begiessen, was aber oft in einer der Beobachtungs-Fristen mit abgemacht wurde. So war der Pflanze das höchst möglichste Maass von Schutz und Sicherheit gewährleistet.

Die Beobachter verabredeten sich nun, als die Blüthezeit begann, von allen nach und nach zur Anlage gelangenden Blüthen-Knospen im Ganzen nur etwa 30 zur Entwicklung kommen zu lassen, um sich die Beobachtung nicht allzusehr zu erschweren und deren Ergebniss dadurch etwa wieder anfechtbar werden zu sehen. Alle übrigen wurden ganz jung, weit vor ihrer Oeffnung, in einem Glase mit Alkohol gesammelt. Die zur Entwicklung und Beobachtung bestimmten wurden jede besonders bezeichnet und von Jedem der beiden Beobachter jeden Tag mit der Loupe sorgfältig betrachtet. Täglich wurde von Jedem das Beobachtungs-Resultat notirt, und dabei auf besonders wich-

---

1) Auch dieser überaus geschickte und zuverlässige Pflanzen-Züchter und Pfleger ist inzwischen verstorben, so dass nun der Verf. dieses leider als einziger noch übriger Zeuge der vorgelegten Beobachtungen das Vertrauen seiner Berufsgenossen allein in Anspruch nehmen muss.

tige Entwicklungs-Zeitpunkte vorzugsweise Rücksicht genommen. Es gelang nun natürlich nicht, die zuerst bezeichneten Blüthchen alle zur Entwicklung zu bringen. Manche davon gingen aus diesem oder jenem Anlass zu Grunde und mussten im Laufe der Zeit durch neue, jüngere ersetzt werden. Schliesslich gelangten doch nur 17 Stück zur anscheinenden Zeitigung ihrer Früchte. Dieselben erhielten durchaus das Aussehen vollkommener Ausbildung und wurden kurz, bevor die Gefahr eintrat, dass die Einzelfrüchtchen abgeworfen wurden, unter besonderer Bezeichnung gesammelt und alsdann mit vollkommenster Sorgfalt einzeln zur Untersuchung gezogen.

Aber keinen Tag liessen wir vergehen, ohne jeden Theil der Pflanze der genauesten Untersuchung mit der Loupe (von zweckmässig grosser Brennweite und weitem Gesichtsfeld) zu unterziehen. War Einer von uns verhindert, so vertrat ihn der Andere. Als Verf. dieses am 6. August eine Ferien-Reise antrat, setzte A. Braun allein die Beobachtungen fort und sammelte die sich mehrenden Resultate ein. Endlich, als auch dieser am 19. Aug. seine Ferien-Erholung beginnen musste, wurde die eigentliche Beobachtungs-Reihe geschlossen und der Universitäts-Gärtner Sauer nur mit gewissenhafter Fortführung der Cultur und Einbringung der noch rückständigen Ernte von Früchten beauftragt. Dies hat derselbe auch auf das Sorgfältigste ausgeführt. Somit hat Jeder von uns die Beobachtungs-Arbeit mit der vollen und sicheren Ueberzeugung geschlossen, dass ihm nichts Wesentliches von der Production der in Untersuchung genommenen Pflanze entgangen war, dass wir vielmehr ein vollständig klares und umfassendes Bild der ganzen Wachsthums-Vorgänge derselben gewonnen hatten, und jeglichen Tag von den Entwicklungs-Vorgängen an ihren sämmtlichen Sprossen vollkommen unterrichtet gewesen sind. So hat denn die Beobachtung auch zu einem klaren und bestimmten Ergebniss geführt, und zwar zum wiederholten thatsächlichen Nachweis der Parthenogenesis an dem Untersuchungs-Object.

Zunächst seien nun die wesentlichsten Züge, welche während der Entwicklung, Ausgestaltung und Zeitigung der Blüthen und Früchte hervortraten, in Kurzem angedeutet, wobei wir den gesammten Bau der Pflanze in allen ihren Theilen, und zumal den von Blüthe und Frucht, welchen A. Braun nach wiederholten früheren Beschreibungen noch einmal in seinen oben erwähnten Abhandlungen auf das Sorg-

fältigste studirt und geschildert hat[1]), nunmehr als bekannt voraussetzen.

Die ersten der im Lauf des Sommers nach und nach erscheinenden Blüthen der weiblichen *Caelobogynen* unserer Gärten pflegen als Gipfel-Blüthen heuriger Laubsprosse aufzutreten. Auf solche folgen alsdann zunächst aus den oberen Hoch- und Laub-Blättern Achsel-Blüthen in rückläufiger Ausbildungs-Reihe; selbst aus den kleinen Vorblättchen können noch immer jüngere Spätlinge sich entwickeln. Dergleichen haben daher mehrere Male die nach begonnener Beobachtung verloren gehenden Gipfel-Blüthen ersetzen müssen. Ein wesentlicher Unterschied im Bau beider findet nicht Statt. Die Blüthen pflegen schnell aus der Knospe aufzuspriessen und alsbald die Mitte ihrer 3-lappigen grossen Narbe zwischen den sich über sie zusammenneigenden Spitzen der 5 Kelch-Blätter durchblicken zu lassen. Die Narben-Schenkel selbst bleiben noch rücklings der Abdachungs-Krümmung des Ovariums angedrückt und von diesen Kelch-Zipfeln überdeckt. Bald indessen öffnen sich diese, der Frucht-Knoten reckt sich mehr hervor und es beginnt nun ein Heben der Narben-Theile, bis dieselben endlich in eine gespreizte, nahezu horizontale Stellung gelangen, in welcher sie nach drei Richtungen über den Kelch-Grund hin ausgebreitet zur Seite ragen. So verharren sie oft lange Zeit; im Vaterlande vielleicht bis sie durch die Pollen-Sendung einer männlichen Blüthe befriedigt sind, und dort also wohl weniger lange. Bei uns, wo sie vergeblich auf solche Befriedigung warten, haben wir diese Stellung oft bis zur Fruchtreife andauern sehen. Doch steigen sie endlich nach längerem Harren etwas steiler aufwärts und erwarten so in aufstrebender Haltung ihr allmähliches Ableben in jungfräulicher Unberührtheit. In der kaum sichtbar gewordenen Blüthe misst das junge Ovarium meist schon etwa 2 Mm. und pflegt, während die Narben-Schenkel sich in die horizontale Lage erheben, gewöhnlich bis auf fast oder völlig 3 Mm. zu schwellen, welches Maass auch die Spreizung der 3 Narben als gemein-

1) Die Einwürfe, welche von gewisser Seite her nicht nur gegen die ganze Parthenogenesis, sondern sogar gegen diese morphologische Schilderung von A. Braun erhoben sind, mögen der Kritik jedes andern Sachkundigen zugewiesen, hier aber unerörtert bleiben, da Verf. als Motiv derselben nur ein bedauerliches Verlangen nach Tadel und Widerspruch zu erkennen vermag.

samen Durchmesser in der Regel gewinnt. In diesem Zustand verharrte dann der gesammte weibliche Apparat in den von uns beobachteten Blüthen eine unbestimmte, sehr ungleich lange Zeit hindurch. Das Ausbleiben männlicher Beeinflussung wurde von verschiedenen Blüthen-Individuen mit sehr verschiedenem Maass von Geduld ertragen. Die einen kamen früher, die anderen später — wenn der Ausdruck erlaubt ist — zum Entschluss der Selbsthülfe, noch anderen fehlte es dazu ganz an Energie. Viele Blüthen liessen sofort bei ihrem Austritt aus der Umgebung des Knospen-Schutzes ihren Secretions-Apparat spielen. Und zwar sind es nicht allein die 5 äusseren eigenthümlichen, auffallend grossen Kelch-Drüsen, deren je 2 beiderseitig an den Rändern der 2 äusseren Kelch-Blätter sitzen, während die fünfte den einen freien Rand des mittleren dritten Kelch-Blättchens besetzt hält, welche ein sehr reichliches, klebriges Secret absondern und dadurch den Verdacht erregt haben, sich die Rolle von Pseudo-Antheren anzumassen. Vielmehr helfen ihnen die kleinen Binnen-Schüppchen zwischen Kelch und Frucht-Knoten, auf die später noch zurückzukommen ist, dabei nach Kräften. Es übergiessen diese Organe die ganzen Blüthen in allen, besonders aber den Frucht-Theilchen, mit glänzendem Secret, sodass sie zuletzt wie lackirt aussehen und nun, man möchte sagen, mittelst dieses coquetten Glanzes Aufsehen zu erregen und anzulocken suchen. Bei uns freilich vergebens. Denn naht sich auch ein Insect der dargebotenen Honigspende wegen, so bringt es dafür keinen Gewinn ein und die Blüthe müht sich, verwittwet, wie sie zur Welt gekommen ist, in dieser Richtung umsonst und ohne Erfolg ab. Auch hier ist dann das fernere Verhalten verschieden. Wir werden unten im Einzelnen schildern, wie so manche Blüthe Wochen lang die Lockspeise fruchtlos immer wieder erneuert, während andere dessen bald müde werden und in vertrocknetem, fast kümmerlichem Aussehen entweder in Resignation dem Verderben anheimfallen, oder durch plötzliches Aufbieten jener ganz neuen Energie des Thuns selbstständig ein Tochter-Gebilde ins Leben rufen. Diese pflegen dann sichtlich und urplötzlich in eine neue Wachsthums-Arbeit einzutreten, zu schwellen, ein üppiges Ansehen zu gewinnen und oft in überraschend kurzer Zeit zu erheblicher Grösse heranzuwachsen. Das auffallend übereinstimmende Maass von 8 Mm. Dicke, welches fast alle unter unsern Augen erwachsenen Früchte erreicht haben, lässt glauben, dass dies überhaupt

das auch im Vaterlande übliche Fruchtmaass sein werde. Und zwar ist dies um so wahrscheinlicher, als weder die Grösse noch der Ausbildungsgrad noch selbst die Anzahl der in diesen Früchten entwickelten Keime auf die Gesammtgrösse der Frucht einen ersichtlich maassgebenden Einfluss verrathen. Dagegen bleibt von den 3 Theilfrüchten jedes Gehäuses nicht selten die eine zurück oder schwindet ganz, sodass die Frucht alsdann nur zweiknotig und flachgedrückt erscheint. Solche Früchte sind denn auch wohl von Anlage schon nur zweikammerig und also in solchem Falle dann auch nur zweinarbig. Immerhin wurde die Mehrzahl der Früchte dreikammerig ausgebildet, obgleich in keinem einzigen Falle alle drei Kammern Keime oder Anlagen zu solchen enthielten. Auch wurden diese kein einziges Mal gleich stark ausgebildet.

Wenn irgend etwas geeignet ist, die Anomalie des ganzen hier beobachteten Verfahrens in der Fructification dieser seltsamen Pflanze in das klarste Licht zu stellen, so ist es diese auffallende Verschiedenheit in den Ergebnissen der in Nothstand unternommenen Frucht-Bildung sowohl, als in den Zeiträumen, welche die einzelnen Entwicklungs-Schritte derselben für sich in Anspruch nehmen. Bekanntlich ist der Rhytmus in der Vollziehung der einzelnen Thätigkeits-Abschnitte des Blühens und Zeitigens der Früchte bei der Mehrzahl der Gewächse ein sehr gleichmässiger, zumal an demselben Standort und gar an demselben Stock. Hier aber sehen wir in einem Blick auf die folgende Uebersichtstafel, dass die zu den verschiedenen Ausbildungs-Vorgängen von den Einzelblüthen gebrauchten Zeiträume ausserordentlich verschieden sind. Schon vier Tage nach der gelungenen Narben-Entfaltung zeigten einige unserer Frucht-Anlagen (Nr. 6 und 8 der Tabelle) ein deutliches Beginnen von Dickenzunahme, während die andern bis zu 25 Tagen vergehen liessen, ehe sie damit begannen, und 2 (Nr. 10 und 11) sogar erst 38 und 39 Tage nach jenem Zeitpunkt, welcher den Eintritt des Empfängniss-Bedürfnisses zur Schau stellt, sich zur Ausbildung ohne Befruchtung anschickten. Die nach dem Beginn der Schwellung allmählich sich vollziehende Reife zeigte alsdann kaum geringere Unterschiede in der Dauer der Zeitigung, indem sie zwischen 14 und 38 Tagen schwankt. Und zwar ist es bemerkenswerth, dass die Frucht-Anlage, welche zuletzt den Anfang eines Grössenwachsthums hatte erkennen lassen, nun am schnellsten, eben in 14 Tagen, mit der Vollendung desselben zu Stande kam. Es möchte scheinen, als ob sie

die durch erwartendes Zaudern verschuldete Versäumniss nun in um so fleissigerer Ausarbeitung der in erneuter Energie gestellten Aufgabe wieder gut machen wollte. So gewinnt diese denn die volle Reife auch in nicht längerer Frist, als einige der anderen. Endlich nun bedürfen nach erlangter äusserer Vollwüchsigkeit des Volumens wiederum die innere Zeitigung des Keimlings und auch die Ausbildung der keimlosen Kerngewebe einer nicht minder verschiedenen Zeitdauer, bis sie endlich als reif oder doch scheinreif, taub oder keimbegabt abfallen oder leicht abgelöst werden mögen. Die Uebersicht zeigt in der betreffenden Reihe, wenn wir selbst von den Fällen Nr. 3 und 4 absehen, die möglicher Weise nur Verkümmerungen vorstellen, also mit ihren Tageszahlen 34 und 52 nicht maassgebend erscheinen, dennoch die grosse Schwankung von 4 bis 42 Tagen, die hierzu verwendet sind. Danach belaufen sich dann die Gesammtzeiten von dem symptomatisch typischen Zeitpunkt der Narben-Entfaltung bis zum augenscheinlichen Reife-Ansehen, ebenfalls auf die verschiedenen Tages-Summen von mindestens 50 (Nr. 6 und 7) und höchstens 95, wenn wir wiederum von den Verkümmerungs-Fällen Nr. 3 und 4 mit 98 und 95 Tagen und aus unten anzugebendem Grunde vom Fall Nr. 1 mit nur 45 Tagen absehen. Wie die schwankende äussere Erscheinung der allmählich zur Ausbildung gelangenden Früchte, so beweist auch ausserdem das ungleiche Verhalten der Narben die Anomalie und Regellosigkeit der in Scene tretenden Entwicklungs-Zustände. Zuweilen verkümmern diese Organe im letzten Verlauf der Ausbildung, nachdem sie eine verschiedene Zeit vergeblich des Empfängniss-Actes geharrt haben, in verschiedenem Maasse. Oefter jedoch, wie schon vorher gesagt ist, harren sie noch mit Standhaftigkeit aus, nachdem die Ungeduld der Gesammt-Triebkraft schon längst den erfolgreichsten Versuch energischeren Vorgehens tief unten im Frucht-Gehäuse unternommen hat, selbst bis zum gänzlichen Gelingen desselben. Damit in Uebereinstimmung wird dann, wie ebenfalls bereits gesagt, die Secretion der Blüthen-Drüsen bald kürzere, bald längere Zeit hindurch fortgesetzt.

Endlich gewinnt also die Frucht das normale Reife-Ansehen und springt, wenn man sie nicht etwas vorher in Sicherheit bringt, meist in 3 Theile getrennt, deren Hüllen sich wiederum halbiren, von ihrem Stielchen ab, vermuthlich, wie auch schon bemerkt, den normal entwickelten Früchten im Ansehen gleich.

Es bleibe nicht unerwähnt, dass die Witterung während der ganzen Beobachtungszeit ziemlich wechselvoll und niemals dauernd sehr heiss war. Ende Mai fielen einige warme Tage, sonst war den ganzen Monat lang kühles Wetter, das bis zum 8. Juni dauerte. Darauf stieg die Mittags-Temperatur plötzlich am 15. Juni auf 25° R. Dann folgt eine längere Periode des Wechsels zwischen Gruppen wärmerer und kühlerer Tage, deren Schwankungen sich zwischen 24 und 10° R. bewegten, und erst im letzten Dritttheil des Juli beginnt eine etwas gleichmässigere, warme Zeit, deren Höhepunkt 24½° Mittags beträgt, und die bis in den August hinein anhält. Dann folgen wieder kühle Tage im Wechsel mit wärmeren — jene im Ganzen überwiegend. Diese Verhältnisse erklären mithin Nichts für die Entwicklung unserer Früchte, kaum dass sich in einzelnen Fällen ein Einfluss wärmerer Tage auf die schnellere Schwellung derselben bemerken liess.

Während sich diese allgemeinen Entwicklungszüge abspielten, musste denn unsere ganze Aufmerksamkeit darauf gespannt sein, nun, nachdem die Mehrzahl der Blüthen in völlig kindlichem — also zeugungsunfähigem — Alter abgethan waren, bei den der Fortentwicklung zugewiesenen aufs Genauste zu überwachen, ob irgend eine derselben eine oder mehrere Antheren normaler Bildung oder sonst irgend ein räthselhaftes Etwas ans Licht förderte, das die Verrichtung einer solchen abnormer Weise übernehmen könnte. Und in Bezug hierauf kann eben nur einfach berichtet werden, dass dies in keinem einzigen Falle geschehen ist, dass nirgends auch nur eine Verdacht erregende Nebenbildung in den ausnahmslos rein weiblichen Blüthen sich zeigte und dass der gesammte Drüsen-Apparat, nur mit Aussonderung des klebrig süssen Secretes beschäftigt, nichts weniger that, als etwas Pollenähnliches zu erzeugen. Auch ist zu bemerken, dass, im Ganzen genommen, die Gestaltung der Blüthe bis zum Ovarium hin in allen Einzelfällen so übereinstimmend und normal ausgeführt wurde, dass keinerlei Verdacht gegen ihre rein weibliche Natur im Mindesten Platz finden konnte. Dies wird dann durch die unten darzulegende Analyse der unentwickelt abgenommenen Blüthen noch mehr bestätigt werden.

Hiernach mag nun zunächst eine übersichtliche Zusammenstellung der einzelnen Fälle in tabellarischer Form, und dann eine kurze historische Charakteristik jedes einzelnen derselben am Orte sein. In die tabellarische Uebersicht sind natürlich nur die Fälle aufgenommen,

in denen die Blüthen es unter unsern Augen bis zur wirklichen oder scheinbaren Zeitigung ihrer Frucht gebracht haben. Und zwar sind diese, mit Auslassung aller unterwegs verkommenden oder aufzugebenden mit laufender Nummer bezeichnet worden (s. umstehende Tabelle).

Ueber die Einzelnen mag alsdann noch Folgendes kurz hervorgehoben werden:

Blüthe 1. Diese Blüthe war wohl bei der Einstellung des Stockes schon ganz entfaltet, selbst empfängnissfähig, so dass sie, wenn nicht gerade sie zum Glück unfruchtbar geblieben wäre, Grund zu neuen Vorwürfen gegen die Zuverlässigkeit unserer Beobachtungen hätte geben können, da sie ja möglicherweise schon vorher im botanischen Garten oder unterwegs auf dem Transporte durch irgend welche — wenn auch unbegreiflichen — Einflüsse hätte befruchtet sein können. Es sind daher auch die bei ihr angegebenen Zahlen der Spalten 2, 9 und 12 in der Tabelle eigentlich nicht maassgebend. Wir haben sie indessen wegen der genügend ausgebildeten Frucht mit aufgeführt. Dieselbe entwickelte sich, merkwürdig genug, erst ganz schief und einseitig. Später, bis zum 15. Juni, erlangte sie indessen durch schnellere Nachbildung der anderen Theile noch ziemlich ihre normale Form. Hieraus zeigt sich die Selbständigkeit der drei Theilfrüchtchen in Bezug auf ihren Antrieb und ihre Gestaltungskraft, da hier offenbar zwei derselben länger auf Empfängniss warteten, als das dritte, nachher aber ihre Arbeit, das Versäumte nachzuholen, beschleunigten. Von den drei Samen war der eine gross und zwei klein, wie die Fächer, die sie beherbergten. Einer der kleineren liess in seinem schwammigen Kernzellgewebe einen spitzzulaufenden Keimsack mit kernhaltigen Zellen finden, die anderen nicht. Der grosse Same zeigte jedoch einen aus kleineren, inhaltreichen Zellen gebildeten Centralkörper an Stelle eines erkennbaren Keimsackes. Einen Keim hatte keiner von allen dreien zu Stande gebracht. — Zwei nachbürtige Seitenblüthen wurden von dieser abgethan.

Blüthe 2 und 3. Dieselben wurden als Seitenblüthen neben einer gipfelständigen, die verkümmerte und verloren ging, beobachtet. Die Entwicklung der einen, Nr. 2, verlief völlig normal. Schon früh, nur 11 Tage nach der Empfängnissreife, begann ihr Ovarium zu schwellen, erreichte seine Maximalstärke von fast 8 Mm. sodann nach 27 Tagen, und brauchte noch fernere 25 Tage, um fast reif zu werden

Laufende Nummer der Blüthe.	1. Wird zur Beobachtung bezeichnet	2. Hat die Narben etwa horizontal ausgebreitet	3. Zeigt den Fruchtknoten in einer Stärke von Mm.	4. Zeigt die beginnende Schwellung deutlich	5. Derselbe erreicht eine Stärke am	von Mm.
1.	Mai 17	Mai 17	—	Juni 8	Juni 19	7,5
2.	Mai 18	Juni 16	Juni 19 3	Juni 27	Juli 10 Juli 14 Juli 18	6 6,5 < 8
3.	Mai 18	Juni 16	Juni 19 < 3	Juli 1?	Juli 10 Juli 17 Aug. 1	< 4 < 4 4
4.	Mai 18	Juni 19	Juni 19 < 3	Juni 20	Juni 27 Juli 10 Aug. 19	> 2 3 3
5.	Mai 20	Juni 12	Juni 12 < 3	Juni 25	Juni 27 Juli 10 Juli 17	4 6,5 > 7
6.	Mai 20	Juni 12	Juni 12 < 3	Juni 16	Juni 19 Juni 27 Juli 17	4,5 6,5 > 7
7.	Mai 20	Juni 12	Juni 12 < 3	Juni 16	Juni 19 Juni 27 Juli 17	4,5 6,5 > 7
8.	Mai 20	Juni 12	Juni 12 < 3	Juni 16	Juni 19 Juni 27 Juli 17	4,5 6,5 > 7
9.	Juni 11	Juni 16	Juni 12 2	Juli 5	Juli 10 Juli 17 Juli 25	5 7 < 8
10.	Juni 12	Juni 16	Juni 19 > 2	Juli 24	Juni 27 Juli 25 Aug. 1	2,5 4 7
11.	Juni 12	Juni 18	Juni 24 > 2	Juli 27	Juli 10 Juli 30 Aug. 1	2,5 < 3 5
12.	Juni 16	Juni 22	Juli 2 2	Juli 14	Juli 17 Juli 25 Aug. 1	2,5 3 6,5
13.	Juni 16	Juni 27	Juli 10 2,5	Juli 18	Juli 17 Juli 25 Aug. 3	3 4,5 6,5
14.	Juni 17	Juli 9	Juli 10 < 2	Juli 24	Juli 17 Juli 25 Aug. 1	< 3 3,5 8
15.	Juni 17	Juni 26	Juli 17 2	Juli 21	Juli 25 Juli 28 Aug. 1	4 6 7
16.	Juni 17	Juni 30	Juli 9 2	Juli 14	Juli 17 Juli 25	3 6
17.	Juni 25	Juni 25	Juli 10 2	Juli 14	Juli 16 Juli 25 Aug. 1	< 3 4 7,5
18.	Juli 13	Juli 18	—	—	Aug. 1	2,5

6.		7.	8.	9.	10.	11.	12.
Derselbe erscheint vollwüchsig		Die Frucht wurde abgenommen	Dieselbe enthält Keime	Von der Narben-Entfaltung bis zum Beginn deutlicher Schwellung vergingen Tage:	Darauf bis zur Vollwüchsigkeit vergingen Tage:	Von der Vollwüchsigkeit bis zur Reife vergingen Tage:	Zusammen Beobachtungstage von der Narben-Entfaltung bis zur Abnahme:
am	mit Mm.						
Juni 27	< 8	Juli 1 (abgefallen)	—	22	19	4	45
Juli 24	8	Aug. 18	3	11	27	25	63
Aug. 1	4	Sept. 22	—	15	31	52	98
Aug. 19	3	Sept. 22	—	1	60	34	95
Juli 24	< 8	Aug. 6	—	13	29	13	55
Juli 24	< 8	Aug. 1	1	4	38	8	50
Juli 24	< 8	Aug. 1	1	4	38	8	50
Juli 24	< 8	Aug. 18	3	4	38	25	67
Aug. 1	8	Aug. 18	1	19	27	17	63
Aug. 10	8	Sept. 5	—	38	17	26	81
Aug. 10	8	Sept. 21	4	39	14	42	95
Aug. 10	7	Sept. 18	1	22	27	39	88
Aug. 10	7	Sept. 6	—	21	23	27	71
Aug. 10	9	Sept. 6	—	15	17	27	59
Aug. 10	8	Sept. 6	1	25	20	27	72
Aug. 1	9	Sept. 8	4	14	18	38	70
Aug. 10	8	Sept. 6	—	19	27	27	73
—		Sept. 22	—	—	—	—	66

(die völlige Reife erreichte es nicht), im Ganzen also das relativ geringe Maass von 63 Tagen zu diesen 3 Entwicklungsperioden. Dennoch gelangte sie zur Gestaltung dreier Keime, von denen zwei zusammen in einem, der dritte in dem andern grösseren Samen entstanden waren. Diese Samen waren trotz ansehnlicher Grösse noch von glatter Haut und der Eiweisskörper noch reichlich mit primärem Zellgewebe erfüllt. Der Einzelkeim war gross und von normalem Ansehen. Taf. 1, Fig. 2a zeigt denselben in zwei Ansichten; α in ungefährem Profilschnitt, β von der Fläche der Keimblätter gesehen. Das Zwillingspaar bestand aus einem grossen mit 3 Keimblättern versehenen und einem kleinen kümmerlicheren, aber doch normal gebildeten Keim (Fig. 2 b, c). Das keimlose, kleinere Fach zeigte einen an sich reifer aussehenden, schon gerunzelten Samen, der aber nur schwammiges Gewebe enthielt[1]).

Die Schwesterblüthe Nr. 3 liess sich anfangs gut zur Fortentwicklung an. Die Fruchtanlage kam indessen nicht voran und schien sogar nach dem 17. Juli wieder etwas an Stärke abzunehmen. Endlich brachte sie es mit Noth zur Dicke von 4 Mm.[2]) und gewann nur die Ausbildung eines einzigen von den 3 Fächern. Von einem Keim zeigte sich natürlich nichts, nur eine der 3 Samenanlagen hatte einen sichtbaren Kern ohne Eiweisskörper.

Büthe 4. Eine Blüthe, welche nach Gewinnung der Pubertät zu keinem sichtlichen Fortschritt mehr gelangte. Der mühsam bis auf 3 Mm. geschwellte Fruchtknoten geht schliesslich sogar wieder etwas zurück, verliert einen Narbenschenkel und verkümmert von Ende Juni an, nachdem die Drüsen über 5 Wochen lang stark und reichlich secernirt haben. Endlich wurde sie mit den letzten Genossinnen spät im September resultatlos abgenommen. Die zwei entwickelten Fächer hatten Samenanlagen mit zwei deutlichen Integumenten und Kern, aber ohne Keim, das dritte ist nicht ausgebildet.

Blüthe 5—8. Ein kleiner Blüthenstand, dessen Gipfelblüthe verkommen war, entwickelte allmählich sieben Seitenblüthen, von denen

1) Die Keime sind sämmtlich auf Taf. 1 in gleicher 20facher Vergrösserung dargestellt und mit der laufenden Nummer der Frucht, in der sie gebildet sind, bezeichnet.

2) In der Tabelle S. 18 und 19 bedeuten die Zeichen $<$ und $>$ »etwas weniger als« und »etwas mehr als«.

vier zur Vollgrösse der Früchte und drei zur Keimbildung gelangten, während noch drei von ihnen zu Grunde gingen. Hiervon war Nr. 5 zuerst von schwacher Entwicklungsenergie und blieb bedeutend hinter den anderen zurück, wie die Daten auf der Tabelle angeben, holte dieselben indessen wieder ein (Juli 12) und erreichte gleichzeitig mit ihnen die ansehnliche Grösse von fast 8 Mm. (Juli 24). Ihre Narbe blieb jedoch klein. Ihre Fruchtfächer und Samen wurden ungleich gross, alle aber von glattem, gutem Ansehen. Der grösste zeigte im Schwammgewebe einen Eiweisskörper, der zweite nur eine Höhlung, der dritte auch diese nicht. Ein Keim bildete sich in keinem aus.

Blüthe 6, 7 und 8 entwickelten sich in merkwürdig gleichmässigem Rhytmus, wie alle Ziffern der Tabelle erweisen, mit Ausnahme der letzten, welche verräth, dass die achte erst 17 Tage später ein Vertrauen erweckendes Reifeansehen erreichte. Bei Allen entfärbten sich die Narben nach dem Aufrichten. Jede entwickelte einen Keim. Und zwar die 6. Blüthe, deren Früchte und Samen wieder alle ungleich gross waren, in dem grössten derselben, während die kleinen auch nicht einmal Eiweisskörper erkennen liessen. Der nur kleine Keim (Fig. 6) des grössten Samens, der ziemlich normal entwickelt war, war wohl gestaltet. Der Eiweisskörper erfüllte den durch Schwinden des Schwammgewebes entstandenen Hohlraum nicht völlig.

Blüthe Nr. 7 hatte fast dieselben Verhältnisse. Der grösste der drei Samen hatte einen etwas kleinen, sonst wohl gebildeten Keim im etwas zu kleinen Eiweisskörper (Fig. 7). Die beiden andern, kleinen waren schwach und kümmerlich, aussen und innen, und kernlos.

Die Blüthe 8 brachte in einem ihrer Fächer Drillingskeime zur Welt, deren einer der grösste von allen wurde, die wir gefunden haben (Fig. 8 a). Die beiden andern blieben kleiner, waren aber wohl ausgebildet (8 b, c)[1]. Der glatte, sonst normale Samen war von grossem

---

1) Bei der Untersuchung der Früchte im Jahre 1864 glaubten wir in dieser Frucht nur einen sehr grossen Keim mit besonders dickem Stielchen und Würzelchen erkennen zu müssen. Die Wiederbetrachtung der Keime behufs jetzt vorliegender Darstellung liess denselben indessen verdächtig erscheinen, und es wurde vom Verf. nunmehr versucht, die überhaupt den jetzt von ihm angewendeten wirksameren Untersuchungsmethoden derartiger Objecte nicht entsprechenden Keimpräparate noch einmal zu öffnen und die Keime wieder zu erweichen und durchsichtiger zu machen. Dies gelang (nach 12 Jahren) so gut,

Albumen erfüllt. Die Frucht war nur zweiweibig. Das kleinere Fach enthielt einen mit bräunlichem Gewebe erfüllten Samen, der die Spur eines Keimsackes zu enthalten schien.

Blüthe 9 war eine von drei seitenständigen Schwesterblüthen, deren zweite alsbald entfernt wurde, während die dritte nach 36 Beobachtungstagen, ohne sich entwickelt zu haben, abstarb. Auch die erste, die von Anfang an zweiweibig war, erreichte den völligen Reife-Zustand nicht, sondern wurde schliesslich mit noch jungfräulich und frisch aussehender Narbe abgenommen. Schon früh hatte die Blüthe, und zwar vorzugsweise mittelst einer Drüse, stark zu secerniren begonnen. Ihre Zergliederung liess jedoch im grössten Fache einen sehr schön entwickelten, grossen Keim erkennen, im grossen, glatten Samen, der, fast ganz mit Eiweiss erfüllt, neben demselben nur noch Spuren des schwammigen Gewebes zeigte. Das kleinere Fach beherbergte nur einen kleinen Samen ohne Keim mit verkümmertem Eiweisskörper.

Blüthe 10 war eine Blüthe von seltsamem Ausbildungsgang. Von Anbeginn an secernirte sie erst aus drei, dann aus fünf immer grösser werdenden Drüsen reichliches Harz, während der Fruchtknoten von der Pubertät an fünf Wochen lang klein blieb und keinerlei Schwellung verrieth und durch Versiegen des Secrets zuletzt ein kümmerliches und trocknes Ansehen bekam. Darauf wächst er mit plötzlich erwachter Energie in 17 Tagen zum vollen Maass heran, und zwar zuerst etwas

---

dass die zuerst in Zahl von 13 freigelegten scheinbaren Einzelkeime dadurch auf deren 19 vermehrt wurden. Den dicken Fuss von Fig. 8, β, b u. c, den dieser Keim erst zeigte, halfen zwei kleinere, sehr wohl gebildete Keime herstellen, die nun sichtbar und trennbar wurden, ausser 8a also 8b und c. Desgleichen löste sich das aus Frucht 16 stammende kleinere Keimgebilde 16β in drei Individuen 16 b, c, d und der grössere Keim aus Fig. 11 (a) gab noch zwei kleinere ab (b und d). Ausserdem zeigten sich in einem und dem andern Falle noch ein Paar rudimentäre wenigzellige Keime neben den deutlich entwickelten, welche möglicherweise noch unvollkommenere Keimanlagen gewesen sein können. Sie sind leider vor genauerer Betrachtung verloren gegangen. Diese Drillings- und Vierlingsgruppen hingen mehr oder weniger deutlich an der Basis durch einiges Zellgewebe zusammen, so dass es fast scheint, als ob ihre Mitglieder aus e i n e m Vorkeim entstanden wären, wie etwa die Keime mancher Coniferen. Dieser Umstand muss also noch ferneren Beobachtungen überwiesen bleiben. Er findet vielleicht in den Keimgruppen, die bei *Funkia* vorkommen, eine Analogie.

schief einseitig (weil er eine Narbe einbüsst?), nachher regelmässiger. Dennoch bringt er keinen Keim zu Stande. Vielmehr enthält der Same des grössten Faches im dicken, braunen Schwammgewebe nur ein Endosperm, aus kleinen, lichten, kern- und stärkehaltigen Zellen bestehend, die in Querreihen stehen. Der Same des kleineren Faches birgt einen kleinen, hellen, keimartigen Körper mit brauner Spitze und der kleinste ein Schwammgewebe.

Die Blüthe 11 ist der vorigen im Entwicklungsgang auffallend ähnlich, was um so bemerkenswerther ist, da sie damit zu viel günstigeren Ergebnissen kommt. Auch hier stockt die Ausbildung des Fruchtknotens über 5 Wochen lang, von der Empfängnissreife der Narben bis zum Beginn sichtlicher Schwellung, welche dann wiederum in sogar nur 14 Tagen vollendet ist. Auch hier wird dieselbe erst von wenigstens sechs Secretionsorganen, die sehr gross werden, mit Harz übergossen und verliert etwa drei Wochen vor beginnender Schwellung das Secret und vorher schon eine Narbe. In einem seiner drei Samen, und zwar im mittelgrossen, zeigten sich jedoch vier Keime, ein grösster, aber dennoch nur ziemlich kleiner, und neben diesem noch drei kleinere von abnehmender Grösse (11 a und b, c, d), die noch nicht völlig entwickelt waren. Alle lagen als Vierlingsgruppe ebenfalls in inniger Berührung, unten durch einiges Zellgewebe in haltbarem Zusammenhang beharrend.

Blüthe 12. Eine Anfangs kleine Blüthe mit auffallend rother Narbe, sondert nur einige Tage aus, entwickelt sich darauf ersichtlich einseitig, bleibt lange klein, erreicht aber dann vom Beginn der Schwellung die Vollwüchsigkeit in kaum vier Wochen. Von den kleinen Fruchtfächern lässt eins keinen, das andere wiederum den hellzelligen centralen Körper erkennen, während das grösste im normal entwickelten Samen ein zwar ziemlich kleines, doch recht gut gestaltetes Embryon besass, dessen Keimblätter die Länge des Würzelchens erreichten.

Blüthe 13. Eine Gipfelblüthe, deren drei Seitenblüthchen von kümmerlichem Wuchs theils umkommen, theils beseitigt werden. Von der Pubertät bis zur deutlichen Schwellung des Ovariums vergehen über vier Wochen bei schwacher Secretion. Dasselbe entwickelt sich dann ungleichseitig und bleibt bis zur Reife hellgrün. Die kleinen Fächer lassen nur Kerngewebe erkennen, das grössere auch einen

kleinen, warzenförmigen Eiweisskörper von schönem, strahligem Gewebe. Ein Keim ist dieser Blüthe nicht gelungen.

Blüthe 14. Eine von zwei Schwesterblüthen, die lange Zeit zur Entfaltung ihrer roth und saftig aussehenden Narbe brauchte. Fünf Drüsenschuppen sondern 22 Tage lang reichlichen Honig ab, wovon die ganze Blüthe übergossen ist. Die Vollendung der Vollwüchsigkeit geschieht, nachdem die Schwellung erst 4 Wochen nach der Pubertätsbekundung begonnen, nun etwa in dreien. Dabei wird ein Kern ausgebildet, der statt eines Keimes nur einen unten dicken und oben walzenförmig stielartigen Eiweisskörper in geräumiger Höhle des schön ausgebildeten Samens entwickelt. Die kleineren Fächer enthalten etwas kümmerliche, eingefallene Samen mit lockerem, deutlichem Kerngewebe, das zu brauner Zuspitzung ausläuft.

Blüthe 15. Von mehreren Schwestern allein übrig gelassen, entwickelt sich diese Blüthe ziemlich normal in etwa 10 Wochen, davon nicht ganz vier von der Empfängnissreife bis zum Beginn der Schwellung und kaum drei auf die Erreichung der Normalgrösse verwandt wurden. Von den an Grösse wenig verschiedenen Fächern enthalten zwei nur keim- und kernlose Samen mit centraler Höhle, das dritte grösste jedoch einen Samen mit sehr kleinem, etwas schief entwickeltem, d. h. mit etwas ungleichen, erst in Ausbildung stehenden Blättchen versehenem Keim.

Blüthe 16. Eine Gipfelblüthe auf heurigem Spross, deren zwei seitliche Nebenblüthen nicht zur Entwicklung kommen, während sie selbst nach dreiwöchentlicher, reichlicher Secretion sich sehr normal zur stärksten aller von uns erhaltenen Früchte ausbildet (9 Mm.). Die beiden grösseren Fächer enthielten gut aussehende Samen, eins mit vier Keimen, von denen der grösste nur ziemlich klein, der kleinste sehr klein war, in schön entwickeltem aber etwas losem Eiweisskörper. Besonders dieser letzte unter ihnen war erst im Begriff, zur Keimblattbildung zu schreiten, also noch in typischer Herzgestalt. Zwei andere, mittlere, etwa von halber Grösse jenes grössten ersterwähnten, lagen so innig aneinandergepresst und mit dem unteren Ende fest verschmolzen, dass es erst mit Mühe gelang, sie zu trennen. Aehnlich war der Kleinste der Basis eines der grösseren angeschmiegt. In der kümmerlichen Samenanlage des dritten Faches war ein Kern mit einem rudimentären Eiweiss zu sehen.

Blüthe 17. Dieselbe lässt in ihrer Ausgestaltung nichts Bemerkenswerthes finden, als dass ihre Narbenäste sich allmählich sehr weit aufwärts krümmen. Ihre keimlose Frucht besteht aus zwei grösseren Fächern und Samen mit dickem Schwammgewebe und einem dasselbe nicht ganz erfüllenden weichen Endosperm, und einem kleinen Fach, dessen Samen, von einem ganz braunen Gewebe gebildet, des Eiweisskörpers entbehrt.

Die als 18. bezeichnete Blüthe gelangte überhaupt zu keiner deutlichen Schwellung des Fruchtknotens, selbst bis tief in den September hinein, wo sie, fast ganz verkümmert, mit den andern geerntet wurde.

Aus diesen Einzelheiten geht also als wichtigstes Resultat das hervor, dass, obgleich nirgends in irgend einer Blüthe eine Anthere oder ein Organ, das eine solche hätte vertreten oder vorstellen können, gefunden wurde, dennoch neunzehn unzweifelhafte Keime in den siebzehn der genauen Controle bis zuletzt unterworfenen zum Reifeanschein gelangten Fruchtanlagen gefunden worden sind. Und zwar fanden sich deren fünf einzeln in je einem Fach von fünf Früchten, ein sechster und ein Zwillingspaar in zwei Fächern einer sechsten Frucht bei einander, eine Drillingsgruppe in einem Fach einer siebenten und zweimal Vierlinge in je einem Fach einer achten und neunten Frucht. Dieselben werden als Testobjecte von uns bewahrt und sind die unzweifelhaften Zeugen einer echten Parthenogenesis im schärfsten Sinne des Wortes. Und wenn ausserdem irgend ein Nebenumstand für dieselbe spricht, so ist es die merkwürdige Ungleichheit und Regellosigkeit in dem ganzen Entwicklungsgange. Dies bleibt noch kurz zu erörtern.

Diese bedeutende Anomalie ist es nun, welche, wie sie angefangen hat, auch bis zum letzten Ziel fortfährt. Statt eines in bestimmten Perioden von ähnlicher Länge verlaufenden Rhytmus ist, wie schon eben gesagt ist, hier die Regel nur die Regellosigkeit. Bald kürzere, bald längere Zeit sehen wir vergehen von dem durch die Narbenentfaltung zur Schau gestellten Pubertätsantritt bis zu dem Zeitpunkt, an welchem der Fruchtknoten deutlich und oft sehr plötzlich anschwillt, d. h. also zur selbstkräftigen Nachkommenzeugung schreitet.

Ist das Verfahren dazu so unregelmässig eingeleitet, so wird es wiederum bald schneller, bald langsamer, bald besser, bald weniger gut ausgeführt. Fast alle Stufen von Vollkommenheit werden erreicht, mit alleiniger Ausnahme des Falles, dass drei keimhaltige Samen in drei gleich grossen Fächern zu Wege gebracht worden wären. Sonst finden wir, von dem hohlen, verschrumpften Samen mit nicht mehr erkennbarem Kerngewebe an, solche mit wohl entwickeltem Kern, theils ohne, theils mit Eiweiss, unter verschiedenem Schwinden des perispermischen zu Gunsten des endospermischen Gewebes. Zuletzt vollendet entwickeltes Endosperm von normaler Gestalt, bald leer, bald endlich mit einem, mit zwei, selbst mit vier Keimen. Dem inneren Gehalt entspricht die äussere Physiognomie der Samen, Theilfrüchte und Gesammtfrüchte. Bei Allen fast sind die Fächer innen wie aussen ungleich entwickelt. Viel ungleicher als die Früchte, welche eigentlich eine auffallend übereinstimmende Grösse — durchschnittlich 8 Mm. — erreicht haben, oder als selbst die verschiedenen Fächer und Samen, sind die Keime selbst, nicht bloss an Gestalt und Verhältnissen der Keimblätter zum Wurzelende, sondern auch an Grösse. Wenn auch alle darin übereinkommen, dass sie einen walzen- oder eiförmigen hypokotylen Theil und zwei flach auf einander gelegte, ziemlich corpulente Keimblätter haben, der Stammknospe aber noch entbehren, so zeigen sie sonst allerlei Abweichungen. Ein Blick auf die Abbildungen, die alle in gleichem Maassstabe ausgeführt sind, zeigt, dass der grösste, Fig. 8 a, etwa elfmal so gross war, als der kleinste, einer von den Vierlingen in Frucht 16 (d). Soll aber dieser, als von noch gar zu unentwickeltem Aussehen, hierbei nicht als vollwerthig in Betracht kommen, so ist jener Riese aus Frucht 8 immer noch mehr als dreimal grösser, als die sechs Keime aus den Früchten 2 (der kleinste, c), 6, 7, 11 (der grössere Vierling 11 a), 12 und 16 (der grössere, a), denen man eine zur Entwicklungsfähigkeit ausreichende Gestaltung abzusprechen schwerlich berechtigt wäre. Zwei Keime aus Frucht 2 (a u. b), deren einer sogar drei Keimblätter gebildet hat, kommen jenem aus Frucht 8 ziemlich nahe. Dagegen sind Keim 15, die drei kleineren Keime der Frucht 11 und zwei mittlere aus Frucht 16 ebenfalls nur sehr zwerghaft, zum Theil kaum grösser und nur wenig ansehnlicher als jener kleinste Vierling aus Frucht 16, während endlich Keim 9 nicht nur von mittlerer Grösse ist, sondern dem Anscheine nach an

elegantem Ebenmaass seiner Gestaltverhältnisse viele der anderen übertroffen hat.

Bei aller dieser auffallenden Verschiedenheit war nun durchaus nicht, wie man hätte erwarten dürfen, eine gewisse Beziehung zwischen dem Grade der Ausbildung oder der Wohlgestalt der Keime und der Dauer der Entwicklungsabschnitte der Früchte zu erkennen. Ebenso wenig steht die ärmere oder reichere Secretion damit in erkennbarem Verhältnisse. Ein Blick auf die Tabelle lehrt dies durch wenige Beispiele. Die productivsten Früchte, 2, 8, 11 und 16, haben ganz verschiedene Zeiten nöthig gehabt, um von der Pubertät zur Gravidität, von dieser zur Vollwüchsigkeit und endlich zur sichtlichen Reife zu gelangen. Andrerseits sind diese Zeiträume und der Ausbildungsgang der so productiven Frucht 11 und der unproductiven Frucht 10 einander sehr ähnlich. Nur die Blüthen 5—8 sind, Schwestern von Geburt, einander fast in allen Stücken ähnlich entwickelt. Wiederum zeigen auch die unfruchtbaren Blüthen keine merkbare Uebereinstimmung.

Trauen wir nun den oben bezeichneten sieben Zwergen unter den Keimen nichts Rechtes zu, so bleiben in Summa immerhin 12 Keime, also mehr denn halb so viel, als zur Fruchtbildung gelangte Blüthen, von denen die Anlage und der Ausbau eines neuen *Caelebogyne*-Individuums hätte erwartet werden können, wären sie, statt zur Analyse zerschnitten, rechtzeitig zur Kultur ausgesäet worden, wie solche früher in hiesigen und in den englischen Gärten öfter versucht und mit Erfolg gekrönt worden ist.

Sind also jene früheren Keimungen von hier erwachsenen, dem Anscheine nach rein mütterlich sowohl erzeugten wie zur Welt gebrachten Früchten Beweise, dass auf solche Weise hier entstandene Keime keimen können, und liegt jetzt der fernere Beweis vor, dass solche Keime hier in der That ohne Antheren in ihren Blüthen haben entstehen können, so sind wir der Vollständigkeit der Induction zum Gesammtbeweis ziemlich nahe gekommen.

Doch bleibt noch hierzu der letzte Theil unserer Beobachtungen als letzte Vervollständigung zu erörtern. Haben auch wirklich die untersuchten 18 Blüthen keine Spur männlicher Organe entdecken lassen, so könnten doch alle die abgenommenen Blüthenanlagen, so jung sie waren, dergleichen Vorrichtungen im Versteck bei sich geführt

geführt und vor ihrer Beseitigung heimlich in Anwendung gebracht haben.

Hierüber ist also zu berichten, dass sämmtliche Blüthen, die sich während der gesammten Beobachtungszeit an allen Theilen des Stockes ausser jenen schon besprochenen zeigten, und die, wie schon gesagt, alle in Alkohol aufbewahrt wurden, nunmehr nach Feststellung der wichtigeren, die Keime betreffenden Thatsachen eine nach der andern ohne Ausnahme von uns der genauesten Untersuchung unterworfen worden sind.

Wie schon gesagt, fanden sich auch hier keine Spuren von Antheren oder solcher Theile, die den Verdacht erregen konnten, deren Stelle heimlich zu vertreten. Ausser den von A. Braun früher a. a. O. ausführlich geschilderten fünf Blüthenhüllblättern, welche stets entweder in guter $^{2}/_{5}$-Ordnung oder in einer, den etwa nachfolgenden Blättchen zu Gefallen etwas verschobenen, auch wohl zu $^{3}/_{8}$ verkürzten Divergenz auf einander folgen, und diese Ordnung in guter Deckung erkennen lassen, sind es nur zweierlei Theile, die diesen in ihrer Function zu Hülfe treten. Dies sind einerseits kleine Vorblättchen, im günstigsten Falle drei, welche dann in gleicher Spiraldivergenz den Kelchblättern unmittelbar vorangehen, sie nahe umstehen und meist ebenso mit je zwei grossen seitlich rückenständigen Drüsenwarzen ausgerüstet sind, also gradezu die Zahl der den Fruchtapparat schützend umhüllenden Phyllome von 5 bis auf 8 erhöhen können. Andrerseits wird die Reihe der Kelchblätter nach innen zu in völlig gleicher Weise durch Blattorgane fortgesetzt, welche ebenfalls in Zahl von 1 bis 3 in gleich eutopischer Stellung den Raum zwischen Kelch- und Ovarium, wo etwa Staubgefässe zu erwarten wären, einnehmen. Sehr häufig ist das erste von diesen genau in Stellung eines sechsten Kelchblattes — wie unten noch weiter zu besprechen sein wird — ausgebildet und gleicht meist auch in seiner Form einem solchen, indem es an Grösse etwa ebensoviel hinter das fünfte zurücktritt, wie dieses und seine Vorgänger in der Richtung von den Vorblättern her schrittweis schon an Grösse abzunehmen pflegen. Man kann es dann, wenn man will, einfach als sechstes Kelchblatt ansehen. Und es wird in diesen, wie gesagt, häufigen Fällen einschliesslich der drei erwähnten Vorblätter, der Blüthenapparat alsdann aus neun Blattorganen gebildet, die das Ovarium einhüllen. Auf die letzten noch gut in ihrer Gestalt erkenn-

baren Secretionsschüppchen folgten in einzelnen Fällen noch unscheinbare, rudimentäre, oft nur wenigzellige Zäpfchen, meist die Fortsetzung der Spirale andeutend, obgleich nicht immer in ununterbrochener Folge. Eine Reihe von solchen sechs Kelchblättchen aus einer Blüthe sind auf Taf. 2 in ihrem Grössen- und Gestaltverhältniss abgebildet (Fig. 1—6).

Die sorgfältige mikroskopische Betrachtung dieser sechsten und demnächst auch sowohl der etwaigen siebenten und achten, als andrerseits rückschauend der fünften, vierten u. s. w. Blüthenblättchen lehrte indessen noch eine besondere Bildung derselben kennen. Dieselben nahmen zunächst nicht nur in der Reihe ihrer Entstehung überhaupt an Grösse schnell ab, sondern wurden auch an Gestalt immer schmaler. Dabei werden ihre Ränder wulstig und drüsig und gehen nach oben in einen zottig behaarten, etwa haarbuschförmigen Zipfel aus. Die beginnende Umwandlung zum Staubgefäss ist nun freilich für den Zweifler bei oberflächlicher Betrachtung gar nicht mehr zu verkennen, so lange er unterlässt, ein Mikroskop zu Hülfe zu nehmen. Es fehlte eben nur, dass die wulstigen Ränder ihm den Gefallen thäten, ein Paar Pollenkörnchen zur Welt zu bringen, so wäre die sitzende Anthere mit dem so oft vorkommenden geschopften Zipfel leibhaftig fertig. Oder es möchte sich dieser schmale zipfelförmige Fortsatz oben nur entschliessen, ein Paar Staubkölbchen herauszugestalten, so wäre wiederum alle Verlegenheit beseitigt und die unbequeme Erscheinung ungesetzlicher Keimbildung gebührend wieder abgeschafft. Allein es geschieht eben von beiden Dingen keins, geschah wenigstens in allen von uns untersuchten Fällen nicht. Nicht einmal die allerkleinsten abnormen Rudimente wollten irgend etwas Räthselhaftes an sich tragen. Der von uns analysirten Blüthen waren indessen ausser den oben geschilderten achtzehn, ausser einigen wenigen schliesslich verloren gegangenen und ausser 25 bis 30 Stück, die so jung abgenommen wurden, dass eine Analyse unnütz erschien, noch 83 Stück, mithin im Ganzen 101.

Die genaue Beobachtung der Randwülste der Blüthenblätter zeigte nun, dass diese aus dem allbekannten höchst typischen und überaus leicht erkennbaren Zellgewebe der secernirenden Organe beständen: Im Innern vollsaftige allseitig gelagerte kleine Parenchymzellen, aussen mit parallelen Längsachsen neben einander in einfacher Schicht geordnete Papillenzellen, die eigentlichen Organe der Aussonderung, die

man deshalb gern mit dem thierischen Cylinderepithel vergleicht (T. 2, F. 7, 8, 9). Diese Drüsen bilden unregelmässige Schwielen, längs der Seitenwände der schuppenförmigen Blättchen bis zum Zottenzipfel hin fortlaufend (3, A, B), und zwar bald ununterbrochen, bald zu getrennten Wärzchen oder Kämmen zertheilt. Schon die mittleren Kelchblättchen nehmen an dieser Bildung Theil, so dass vom ersten Auftreten der drüsigen Ränder an diese in umgekehrtem Verhältniss an relativem Volumen zunehmen, wie das sonstige Parenchym an Flächenausdehnung abnimmt, d. h. je kleiner die Schüppchen werden, desto mehr bestehen sie aus Drüsengewebe, zuletzt fast ausschliesslich (2, 1—6; 3). Der Bau der viel gröberen äusseren Drüsen dürfte im Allgemeinen diesen ähnlich sein, doch haben wir ihn noch nicht genauer untersucht, auch nicht, ob sein Secret sich chemisch von dem Honig der inneren Drüsen unterscheidet. Von Antherengewebe aber zeigt sich weder in den einen noch in den anderen eine Spur.

Wer sich Angesichts dessen nun immer noch lieber fremde Pollenkörner als Anstifter dieser Unordnung mit Gewalt herbeiziehen oder *Caelebogyne*-Pollen aus Neuholland durch ein besonderes Wunder herkommen lassen will, oder wer sich immer noch lieber vorstellen will, dass die *Caelebogyne*-Frucht unter allen Phanerogamen allein statt der Pollenschläuche sich in stiller Selbstgenügsamkeit mit etwas den eigenen Drüsen entquollenem Honigseim zufrieden geben könne — uns hat sie durch nichts verrathen, dass sie dies verstehe — der vertauscht, wie gesagt, ein kleines Wunder mit einem sehr grossen und so ist mit ihm nicht zu streiten. Einen wissenschaftlichen Grund giebt es zur Zeit für solche Ansicht nicht mehr, aber kein Mensch kann ihre Unmöglichkeit nachweisen, nur dass kein wissenschaftliches Denken sich für berechtigt halten sollte, Annahmen aus der Luft zu greifen, um die nahe vor Augen liegenden begründeten Thatsachen zu ignoriren.

Fassen wir also die vorstehenden Ergebnisse schliesslich kurz zusammen: Unser Exemplar trug nirgends Antheren oder Pollenzellen. Es erzeugte trotz dessen in fast allen zur Entwicklung belassenen Blüthen scheinreife Früchte und in der Hälfte derselben Keime. Von anderen männlichen Pflanzen war kein Pollen zu beziehen. Die Unregelmässigkeit der Anlage und Ausbildung der Keime widerspricht der Annahme einer normalen Entstehungsweise derselben. Spuren

von. Pollenschläuchen oder Zellen sind nirgends wahrgenommen. So fasst sich Alles kurz zusammen und indem der Eine von uns selbst die Ueberzeugung, dass diese Keime rein im mütterlichen Organ als ausschliessliche Production von diesem entstanden sind, befestigt, der Andere diese nunmehr unumstösslich gewonnen hatte, glaubten wir die Annahme derselben als eine Thatsache, die nunmehr ausreichend festgestellt ist, der Wissenschaft überliefern zu sollen.

3. Bedeutung der Parthenogenesis im Vergleich mit anderen Fortpflanzungsweisen.

Es ist kein erfreuliches Unternehmen, die Wirklichkeit einer beobachteten naturwissenschaftlichen Thatsache dadurch aus der Welt zu schaffen, dass man ihre theoretische Unmöglichkeit zu erweisen sucht. Nicht ohne Befriedigung dagegen kann man im entgegengesetzten Falle die Begründung einer ungewohnten factischen Erscheinung aus den allgemeinen theoretischen Anschauungen her versuchen, wenn dieselbe thatsächlich ausser Zweifel gesetzt vor einem liegt. Es sei also gestattet, solchem angenehmeren Geschäfte wenigstens in Bezug auf einige theoretische Betrachtungen Raum zu geben, obschon A. Braun schon bei den erwähnten Gelegenheiten auch die theoretischen Bedenken ausreichend gehoben zu haben wohl annehmen durfte.

Es handelt sich um die Fragen, wie es den hergebrachten Auffassungen der Sexualität gegenüber plausibel zu machen sei, dass die Natur die selbstgegebenen Gesetze so schroff verletze, ob sie nicht vielmehr dieser Schuld durch die Annahme entlastet werden könnte, dass der ohne väterliche Zuthat entstandene Scheinkeim überhaupt den Werth eines Keimes gar nicht habe, und ob also somit die ganze Geburt solcher Neuwesen aus jungfräulichen unbefruchteten Mutterorganen nicht vielmehr bloss als ein specieller Fall der individuellen Knospenverjüngungen aufzufassen sei.

Wir werden dem gegenüber Folgendes in Erinnerung bringen oder kurz erörtern: Erstlich ist die geschlechtliche, beidelterliche Zeugung überhaupt kein Naturgesetz. Alsdann hängt die Entscheidung, ob Keim oder Knospe, morphologisch nicht von willkürlicher

Deutung, sondern von einfach zu sehenden, thatsächlichen Eigenschaften des jungen Neugebildes ab. Ferner lässt sich zeigen, dass die Pflanze mit der Ausübung der Jungfernzeugung das Maass der auch sonst bei mancherlei reproductiven und defensiven Handlungen von ihr zur Schau gestellten Gestaltsamkeit durchaus nicht überschreitet. Und endlich sind die parthenogenetisch entstandenen Keime in biologischer Hinsicht weder den Knospen, noch den beidelterlich erzeugten, normalen Keimen völlig gleich zu erachten, ob sie gleich unzweifelhaft als Keime überhaupt und nicht als Knospen taxirt werden müssen.

Zunächst sei der Einwurf, die *Caelebogyne*-Keime seien nur Knospen, von morphologischer Seite ins Auge gefasst. Eine Knospe, das will sagen der Anfang eines neuen Sprosses am alten, fortexistirenden Individuum, kann nur solcher Theil genannt werden, der sich in der That aus dem Zellgewebe des alten Individuums selbst herausbildet, also mittelst seiner Basis, seiner Ursprungstelle als unmittelbare Fortsetzung des Mutterindividuums nur als dessen Theil zu existiren beginnt. Irgend ein Theil einer Pflanze lässt aus einigen oder auch nur einer ihrer Zellen ein Blastem erwachsen, und löst den Zusammenhang mit ihr erst später. Nicht so der Keim. Von Anbeginn als einzelne, freie Tochterzelle innerhalb einer Mutterpflanzenzelle angelegt, ist er von Anbeginn selbständig, von der Mutterzelle der Gestalt nach unabhängig, ringsum abgeschlossen, als neues Eigenwesen, nicht als blosser Fortsatz eines Theils des Mutterorgans angelegt. Dass der Zutritt eines Befruchtungszuschusses nicht zum Begriff eines Keimes an sich als nothwendiges Merkmal gehört, ist ohne Weiteres klar, da alle Welt längst wusste, was ein Embryon war, bevor irgend jemand von Spermatozoidien oder Pollenschläuchen eine Ahnung hatte. Die Selbständigkeit der Anlage im Mutterschoosse als eigene Individualität von Anbeginn macht den alleinigen morphologischen Inhalt dieses Begriffes aus, im Gegensatz gegen jedes Knospengebilde, das zunächst nur in Zugehörigkeit zum Mutterspross angelegt und als Glied desselben ausgebildet wird. Wenn man nun auch nicht von allen jenen *Caelebogyne*-Keimen die Anfangszellen in ihrer Selbständigkeit hat zur Beobachtung ziehen können, so tragen diese Körper doch alle Züge der in sich abgeschlossenen Individualität von Keimen in voller Deutlichkeit und Normalität zur Schau, und lassen

unter dem Mikroskop keinerlei Abweichungen von den allgemein geltenden Regeln des Zellaufbaues der dikotylen Keime entdecken. Wer öfter gesehen hat, wie Keime und Knospen zu ihrer Gestalt gelangen, wird kaum einen der von uns hier abgebildeten — oder der früher zur Darstellung gelangten — Keime dieser Pflanze, welche alle mit deutlichen, freien Wurzel- oder Laubenden versehen sind, im Ernst für eine Spross- oder Brutknospe taxiren wollen. Ob diese Neugebilde dabei zwei oder drei oder beliebig viele oder gar keine Blätter besässen, wäre sogar völlig gleichgültig. Ebenso, wie diese gestellt wären. Die Ansicht von der Knospennatur dieser Bildungen kann daher nur noch festgehalten werden, wenn man den Begriffen Keim und Knospe ihre bisher übliche Bedeutung nimmt. Einstweilen bleibt sie in morphologischer Hinsicht abgewiesen.

Um den andern Bedenken zu begegnen, sei es gestattet, einen Augenblick auf das Wesen der geschlechtlichen Zeugung dadurch näher einzugehen, dass wir sie in ihren Vorgängen und Resultaten der ungeschlechtlich zu Stande kommenden Fortpflanzung sowie der einfachen Verjüngung gegenüberstellen. Es giebt verschiedene Wege für den alternden Organismus, die auf die Neige gehende individuelle Lebensfähigkeit neu zu verjüngen. Was sich vorbildlich überall im Lebenslauf der Einzelzellen vollzieht, geschieht ähnlich in dem derjenigen ganzen Pflanzen, welche ihren Körper aus vielen Zellen aufbauen. Ueber diese Vorgänge hat sich A. Braun früher schon ausführlich ausgesprochen. Für den vorliegenden Zweck genügt es, aus allen den Verschiedenheiten zunächst nur vier von diesen Methoden der Verjüngung kurz zu charakterisiren.

In einfacherer Weise sehen wir z. B. die Verjüngung so eintreten, dass die gegen das Ende des individuellen Lebens in vielen einzelnen Gliedern des Körpers vertheilten Bildungsstoffe und -Kräfte schliesslich wiederum an einem Orte sich sammeln. Und dies geschieht im allereinfachsten Falle bei den einzellebigen Zellen niederer Algenarten — wie der *Palmellaceen* — zunächst lediglich durch Aufgeben der alten Hülle und der alten Wohnstätte, so dass dann die Vermehrung noch stets mit der Aufgabe der mütterlichen Existenz verbunden ist. Die alternde Zelle tritt in erneuter Energie als Protoplasmaleib aus der eigenen Cellulose-Umhüllung aus, macht sich flott und mobil und sucht eine andere Wohnstätte, um nach kurzer Wanderfrist ein neues, sess-

haftes Leben zu beginnen, und sich mit neuem Zellstoffgehäuse auszustatten. Hier wird nicht sowohl ein besonderer Ort des Mutterindividuums zum neuen Bildungsheerd bestimmt, sondern der so einfache Organismus der Einzelzelle recreirt seine Gestaltsamkeit durch Trennung seines bewegsamen Theiles von der starr gewordenen Hülle. Die Zellstoffhaut wird verlassen. Ihr Inhalt, der gesammte Protoplasmaleib, fängt einen neuen Lebensbetrieb an.

Ein etwas anderes Verfahren wird von vielen mehrzelligen Pflanzen, bis zu den höchsten Phanerogamen hinauf, eingeschlagen. Sie sammeln ihre Reproductionskräfte an einem beschränkten Platz ihrer grösseren Körperlichkeit, transportiren dahin auch die phytochemischen Producte der Laub- und Wurzelarbeit und legen hier eine neue Knospe an, die mit diesen Schätzen und Kräftequellen ausgestattet wird. Somit in den Stand gesetzt, den von der Mutterpflanze nun ganz durchlaufenen Gestaltungskreis von Neuem anzufangen, baut diese dann eine neue Körperlichkeit nach dem von der Mutter vererbten Plan, dieser ganz ähnlich, auf. So verjüngen sich z. B. unsere Wiesen-*Orchideen*, die *Colchicum*-Arten und manche andere *Monokotylen* alljährlich durch völlige Neuanlage ihres individuellen Körpers in jährigem Rhytmus und in unbegrenzter Folge. Auch von *Dikotylen* thun es viele, es wäre zu lang sie aufzuzählen. In diesen Fällen geht Alles, was die Mutter stofflich besitzt und virtuell vermag im einfachen Erbschaftsvermächtniss dergestalt vollkommen auf die Tochter über, dass man nur zweifelhaft sein kann, ob man überhaupt von einem Tochterindividuum reden, oder nur einen durch einen neuen Spross fortgesetzten Lebensvorgang des alten Mutterindividuums zugeben soll. Dies ist indessen für unsre Betrachtung unerheblich.

Die dritte Weise der Verjüngung schafft Heerde der Reconstruction in grösserer Zahl. Das an das Ende des eigenen Gestaltungsplanes gelangte Individuum vertheilt die Stoffe auf verschiedene Punkte, in denen dann die Anlage von Tochterbildungen betrieben wird. Oder es werden selbst vegetirende Seitensprosse ohne Weiteres zur Selbstbewurzelung und zur Abgliederung behufs eigenen Wirthschaftsbetriebes befähigt. Alle die vielerlei Vervielfältigungsweisen holziger und besonders staudenartig ausdauernder Gewächse, die Seitensprosse und Kriechsprosse, welche neben dem Mutterstock ihre Colonisation ausführen, die Brutzwiebeln unter und über der Erde, die bald nesterweis

vereinigt, bald vereinzelt und verstreut, das eine absterbende alte in zahlreichen neuen Einzelwesen wieder erstehen lassen, die Brutknospen an allen möglichen Luft- und Endsprossen, selbst an Einzelblüthen und Nebenwurzeln, endlich die Brutknöllchen der Moose und die ruhenden sowohl wie locomobilen Brutzellen der *Thallophyten* geben ein so reiches Bild dieses fast allgemeinen und ausnahmslos herrschenden Verjüngungsverfahrens, dass es genügen wird, an die zahlreichen Formen desselben hier einfach zu erinnern. Alle diese mehrfachen Brutpflanzen theilen die mütterliche Hinterlassenschaft an Stoffen und Triebkräften unter sich, um sie zu gleichartigen Wiederbauten zu verwerthen. Die Kunst der Pflanzenzucht hat zu den natürlichen noch fast ebensoviel künstliche Wege zu gleichem Ziel einzuschlagen gewusst. Ableger, Stecklinge, Brutaugen, Theilung von Knollstöcken, Zwiebeln und Sprossnestern, Veredlung mittelst Auge oder Reis bilden eine neue Mannigfaltigkeit der Vervielfältigung des Individuums.

Endlich reiht sich an die einfache und mehrfache Verjüngungsform durch Knospen als vierte Art der Vermehrung die geschlechtliche Zeugung. In den vorigen trennt sich ein Theil vom alten Mutterstock als Beginn eines neuen ab. In der Zeugung wird das entgegengesetzte Verfahren eingeschlagen. Nicht abgegliedert wird ein Neues vom Alten, sondern in demselben ganz neu constituirt. Nicht ein Theil eines Theiles, wie in der Mehrzahl obiger Fälle, sondern vielmehr die Zusammensetzung zweier Stücke verschiedener Theile eines oder selbst verschiedener ganzer Individuen findet Statt, um den Zeugling herzustellen. An der Stelle der Separation tritt also eine Summation von Material und Begabung.

In der Regel werden zum Zwecke dieses Zeugungsactes zweierlei verschieden gestaltete (dichotypische) und an verschiedenen Orten angelegte (dichotopische) Zellen ausgebildet, die einen selbstbeweglich oder transportabel, die andern ruhig an ihrem Orte ausharrend. Jene bilden das männliche, spendende, dieses das weibliche, empfangende Zeugungsmitglied. Ihre Beschaffenheiten, so verschieden sie seien, zu erörtern ist hier nicht der Ort. Uns interessirt hier zunächst nur, dass immer ein oder mehrere männliche Zeugungskörper von einem weiblichen empfangen werden, bevor dieser sich weiter entwickelt und ein junges Neuwesen herstellt. Zur Ausgestaltung des ganzen Ge-

schlechts-Apparates gehören bei der complicirten Lebensweise der Phanerogamen sehr vielerlei Hülfs- und Nebendinge. Immerhin sind die beiden Hauptpersonen im sexuellen Process nur einfache, einzelne Zellen, Protoplasmaleiber zunächst, die nur verschiedentlich eingehüllt und umbaut werden. Bei den einfacheren Kryptogamen dagegen sind es wesentlich Tochterzellen von solchen älteren Zellen, deren Gestaltung von der der unfruchtbaren Schwesterzellen weniger abweicht. Hieraus folgt, dass, je niedriger die architektonische Vollendung des Pflanzenkörpers, desto ähnlicher sich im Ursprung und Typus im Allgemeinen die beiderlei Zeugungszellen werden. Endlich treffen sie, wie bekannt, wenn man die Reihe rückwärts verfolgt, bei den Conjugaten in Gleichwerthigkeit zusammen. Das Bedürfniss ist nur, selbstständige Zellen, die schliesslich aus ihrer Bildungsstätte zu entlassen sind, herzustellen. Dies giebt mithin freie Tochterzellen, welche als solche Alle einander ähnlich sehen. Auch in vollkommneren Formen selbst schreitet die Aehnlichkeit beider bei vielen noch um einen Schritt voran. Für beide Zellen ist die Differenzirung einer Stelle an ihrem Umfang erforderlich, den männlichen zur Ausgliederung von Ruderwimpern, den weiblichen zum Empfängnissort. Dadurch gewinnen sie an physiognomischer Aehnlichkeit.

Nun aber liegt für viele Kryptogamen, besonders thallophytischen Ranges, dasselbe Bedürfniss vor, wenn sie nur individuelle Vervielfältigungszellen auf ungeschlechtlichem Wege hervorbringen sollen. Auch diese sollen in sehr vielen Fällen locomobil sein, also Schwimmorgane besitzen. Zudem haben sie, wie die weiblichen Zeugungszellen, sich selbständig auszubilden, um ein getrenntes Individuum herzustellen. Auch das ist auf niederster Bildungsstufe durch Tochterzellen, die frei im Innern von Mutterzellen angelegt werden, am Einfachsten zu erreichen. Die Aehnlichkeit des Bedürfnisses lässt mithin dreierlei Zellen, trotz ihrer verschiedenen virtuellen Aufgaben, in den allgemeinen Zügen ihrer Gestalt einander typisch ähnlich werden. Wie die weiblichen und männlichen Zellen in der Conjugatenform noch keine oder unmerkliche Differenzen an sich tragen, so bilden andrerseits die unbefruchtet bleibenden Brut- oder Schwärmsporenzellen dieser und andrer Algen mit den zur Befruchtung bestimmten weiblichen Zellen (Eizellen) aller Kryptogamen und Phanerogamen eine einzige fortlaufende morphologische Reihe. Mithin liegt bei diesem

dritten, geschlechtlichen Vermehrungsverfahren das Charakteristische nicht in morphologischen Besonderheiten der Eizellen, sondern einzig und allein eben in dem Umstand, dass zur Herstellung eines Neuwesens mindestens zwei Contribuenten gehören, ein spendender und ein empfangender Körper.

Will man nun auf morphologischem Rechtsboden correct verfahren, so kann man eigentlich nur, jener Knospenbrut gegenüber, die durch Auszweigungen am Körper der Mutter entsteht, sämmtliche frei im Inneren der Mutterzelle entstandenen Fortpflanzungszellen, welche zur Keimbildung bestimmt sind, als Keimzellen (Embryoplasten) zusammenfassen. Und erst nach Maassgabe des ferneren Verfahrens seitens ihrer Eltern kann man von den befruchteten unter ihnen die unbefruchteten unterscheiden, und diese zu den Brutkörpern schieben, jene aber als sexuelle Keime besonders taxiren. Keineswegs also, es sei wiederholt, macht die Gestaltung zwischen Beiden den Unterschied, sondern nur die hier nur mütterlich, dort beidelterlich vollzogene Zeugungshandlung. Bei dem Anstaunen der ausnahmslosen Allgültigkeit des vermeintlichen Gesetzes der Sexualität für die ganze organische Natur hat man eben nur einen Augenblick vergessen, dass man die Begriffe von Keim und Eizelle erst willkürlich auf diejenigen Fortpflanzungszellen beschränkt hat, welche durch väterliches Zuthun entstanden, die ohne dasselbe zu Stande gekommenen aber begrifflich ausgeschlossen hat. Ein unbefangenes Inductionsverfahren hätte ja vielmehr von vorn herein ebensowohl zu dieser eben entwickelten Auffassung führen können, dass es nämlich bei allen *Thallophyten* und *Farnen* eine weit verbreitete Sitte sei, den einen Theil ihrer Fortpflanzungszellen rein mütterlicherseits, den andern durch beidelterliches Zusammenwirken, jene also mittelst typischer Parthenogenesis, herzustellen. Damit wäre dann freilich der ganze Streit über die Möglichkeit einer solchen Erscheinung selbst von vorn herein unmöglich geworden.

Können nun frei gebildete Tochterzellen die Fortpflanzung des mütterlichen Stockes theils mit, theils ohne Befruchtung ausüben, so könnte man sich ebensowohl die Frage aufwerfen, ob es nicht auch bei den Anlagen von Brutknospen, welche zu Propagationszwecken bestimmt sind, und der Regel nach eben lediglich aus irgend einem einzelnen Ort des Mutterstockes hervorspriessen, vorkommen könnte,

dass sie ebenfalls eine befruchtende Zuthat von einem gewissermassen väterlich wirkenden andern Theil der Pflanze erhielten und durch ihn in ihrer Ausbildung gefördert oder überhaupt erst dazu befähigt würden. Wir müssten uns dann etwa denken, dass ein Spross oder eine Knospe irgend eine organisirte Zuthat in den Bezirk und die Substanz ihres innersten Eigenwesens aufnähme, und zwar als wesentlichen, für gewisse Fälle unentbehrlichen Bildungs-Contribuenten.

Und giebt es denn nicht solche Fälle? Wo ist denn die einzelne Eizelle der *Florideen*? Oder welchen Zellen wollen wir bei den mancherlei Pilzen diesen Titel verleihen, welche noch im kindlichen Zustand eine Befruchtung zweier Schlauchzellenenden vor sich gehen lassen, um daraus einen ganzen Fruchtstand zu bilden? Sind nun auch viele dieser letzteren Fälle in ihrem architektonischen Vorgang noch nicht genügend geklärt, so ist in der That doch bei den *Florideen* von einer Eianlage, die den männlichen Befruchtungskörper aufnähme, nichts zu finden. Die Endzelle eines Sprosses übernimmt das Empfängnissgeschäft uud das Resultat ist die Ausgestaltung einer ganzen kleinen Sprossgenossenschaft, die in ihren einzelnen Zellgliedern viele von einander getrennte Eizellen bildet. Was kann hindern, dies in morphologischer Hinsicht als Befruchtung eines Sprosses aufzufassen? Wenigstens bildet diese Weise zu verfahren dergestalt einen Uebergang, dass damit die Freiheit in der Anwendung einer einseitigen oder beidseitigen Zeugung für alle Fälle ins hellste Licht gestellt wird. Die Strenge des scheinbaren Gegensatzes schwindet somit bei dieser Betrachtung und wird durch Heranziehen von andern Vorkommnissen noch mehr gemildert. So haben die Farne und Moose in der That echte und unzweifelhafte Eizellen, welche durch ihre Spermatozoidien befruchtet werden. Allein bei jenen entsteht ein Keim, der ohne Ruhezeit alsbald auf dem Prothallium zur Lebendiggeburt gelangt und sich diesem dabei so innig anheftet, dass er vor Erkennung des Befruchtungsvorgangs als Knospe des Prothalliums geschätzt wurde, wie die Stammanlage des Moospflänzchens eine Knospe des Protonemas ist. Dagegen wird aus der Eizelle der Moose nach der Befruchtung eine ganze Sporenfrucht, welche ebenfalls ihre Anlage-Individualität dem Anscheine nach durch innige Verbindung ihrer Basis mit dem Mutterstock, dem sie knospenartig aufsitzt, fast verliert. Diesen Gebilden würde man in vorgerücktem Zustand also leicht einen ent-

gegengesetzten morphologischen Werth beilegen. Endlich aber machen allerlei neue gärtnerische Beobachtungen an verschiedenen Phanerogamen sogar wahrscheinlich, dass durch ganz gröbliche mechanische Einfügung Knospentheile verschiedener Individuen zusammengebracht, oder ein Theil des einen dem Körper des andern so eingeimpft werden können, dass eine Vereinigung von Zellen aus beiden Betheiligten Statt findet und zur gemeinsamen Herstellung eines Neuwesens führt, welches die Eigenschaften beider Theilnehmer vereinigt.

So hätten wir also Copulation von Sprosstheilen neben dem Coitus wirklicher Geschlechtszellen, wir haben Fortpflanzungs-Eizellen (Keimzellen) mit und ohne Befruchtung durch eine männliche Zelle, wir haben Befruchtungen sprossähnlicher Zellgenossenschaften statt einer solchen von Eizellen. Wir haben sprossähnliche Keime und keimähnliche Sprosse. Wir sehen mithin vom morphologischen Gesichtspunkt aus alle festen Schranken fallen. Die Form bedingt die Nothwendigkeit oder Entbehrlichkeit der Befruchtung nicht und ist kein Symptom derselben. Findet sich also eine Fortpflanzung entweder durch Knospen oder durch freie Keimzellen, und jedes von beiden entweder mit oder ohne sexuelle Befruchtung, so findet keine genaue Deckung beider Gegensatzpaare Statt, vielmehr kreuzen sie sich zum Theil, d. h. jeder der beiden morphologischen Fälle kann mit jeder der beiden biologischen Verfahrungsweisen verbunden auftreten. Die Mehrzahl der Sprosse und Knospen freilich werden ohne Befruchtung zu neuen Individuen, die Mehrzahl der freien Fortpflanzungszellen unter Anwendung derselben.

So liegt auf Seite der rein morphologischen Betrachtung kein Grund mehr vor, die Parthenogenesis auch in Ausnahmefällen für unmöglich zu halten. Vielmehr muss der sich auf diese Seite stützende Widerspruch dem Gewicht vorstehender Thatsachen ohne Weiteres unterliegen. Was nunmehr den rein biologischen Werth der Befruchtung betrifft, so wird seine Erörterung zu noch entschiedenerem Ergebniss führen.

Dem unbefangen herantretenden Beobachter der Vervielfältigungsvorgänge der organischen Wesen muss sich zunächst immer die Frage aufdrängen, warum denn Angesichts so ausnehmend vieler Methoden durch rein vegetative Sprossung oder Theilung sich vollziehender Ver-

mehrungen die so seltsame Einrichtung der geschlechtlichen Zeugung nicht nur überhaupt aufgekommen, sondern sogar so überaus weit verbreitet worden sei. Die Verhüllung der Gründe hierzu lässt denn zunächst die Hypothese eines tiefen, geheimnissvollen Wesens, einer gewissen räthselhaften, ganz absonderlichen Wirksamkeit der Sexualzeugung und somit eines tief einschneidenden Unterschiedes zwischen ihr und der Knospenvermehrung annehmen. Man kommt zu der Annahme, dass nach irgend einer räthselhaften Nothwendigkeit die ganzen Pflanzenindividuen oder aber ihre Glieder gewisse einander entgegengesetzte und ausschliessende Qualitäten, die männlichen und weiblichen, unter sich theilen und nun auf keinerlei Weise ein ordentliches Junges wieder zur Welt bringen können, es sei denn, sie brächten erst die getrennten entgegengesetzten Qualitäten wieder zusammen. Eine Differenz zwischen einem männlichen und weiblichen Urprincip scheint alles Organische in zwei einander ausschliessende Gegensätze zu scheiden, welche bald getrennt, bald wieder vereint, erst den individuellen Trieben allein dienen, dann wieder zu Neubildungen zusammentreten müssen. — Vielleicht, dass sich dieser mystische Schleier dennoch an irgend einem Zipfel schon jetzt etwas lüften lässt.

Man rechnet nun, dem systematischen Herkommen nach, alle Individuen, welche entweder factisch von einem und demselben Ahnen abgestammt sind, oder einander so ähnlich sind, dass sie der Erfahrung gemäss hätten von einander oder von gemeinschaftlichen Voreltern abstammen können, zu einer sogenannten organischen Art oder Species. Vergleicht man nun die zu einem Artenverband gehörigen Einzelwesen, so zeigen sie ausser allgemeinen Artähnlichkeiten mehr oder weniger individuelle Verschiedenheiten. Völlige Gleichheit findet sich kaum jemals auch nur unter je zweien. Bald grössere, bald kleinere Differenzen bilden sich aus, kein einzelnes Wesen besitzt die Ausbildung aller in seiner Art möglichen Formen und Fähigkeitseinzelheiten für sich allein. In den meisten Fällen ist dies nicht einmal möglich. Je zahlreicher die äusseren Umstände sind, unter denen die Mitglieder einer Artgenossenschaft ihr Leben führen müssen, desto mannigfaltiger gestalten sie ihren Arttypus aus. Mithin haben die Kulturorganismen, deren Lebensschicksale am allermannigfaltigsten sind, auch die wandelbarsten Formen, und das wandelbarste Wesen von Allen ist der Mensch. Dasselbe Individuum kann nicht zugleich den

schlanken und den corpulenten, den kraus- und schlichthaarigen, den braunen und den blonden Typus u. s. w. ausprägen. Dasselbe eignet sich seinen körperlichen und geistigen Besonderheiten nach nicht ebenso wohl z. B. zum gliedergewandten Gladiator oder Kunstreiter, wie zum Stubengelehrten oder sesshaften Handwerker oder fleissig ausdauernden Landbebauer. Nicht dasselbe Pferde-Individuum lässt sich zum Streitross und zum Karrenpferd ausbilden. Der Schäferhund bedarf andrer persönlicher Eigenschaften, als der Dachshund. So geht es durch alle Arten der Thier- und Pflanzenwelt mehr oder weniger auffallend hindurch. Aber nicht allein ist die gesammte Summe der Formen, die an den einzelnen Theilen der einzelnen Wesen innerhalb jeder Artgesellschaft vorkommen, meist so gross, dass sie nicht alle nebeneinander an einem Individuum Platz zur Ausbildung finden, sondern sie widersprechen oft sogar einander direct. Letzteres ist nicht selten in hohem Maasse bei Blüthen und Früchten der Kulturpflanzen der Fall, deren Farben- und Geschmacks-Verschiedenheiten, einander völlig entgegengesetzt, ein gleichzeitiges Vorkommen auf demselben Individuum ganz ausschliessen können. So bringt von der gesammten Qualitätensumme, die einem Artkreis als gemeinsames Eigenthum gehört, jedes Einzelwesen also nur einen Bruchtheil in sich zum Ausdruck, sehr viele Individuen gehören oft dazu, um alle möglichen auszuprägen, und der Bruchtheil jedes Einzelnen wird in Bezug auf die ganze Summe der Speciesqualitäten um so kleiner, je grösser diese ist, d. h. je reicher die gesammte Auswahl von Formen und Fähigkeiten ist, die der ganzen Artgenossenschaft zu Gebote stehen. Es ist nun eine wahrscheinlich seit Jahrtausenden allen Pflanzenbauern bekannte Thatsache, dass die aus individueller Theilung, Sprossung und Knospung hervorgegangenen neuen Einzelwesen den Mutterstock in allen seinen individuellen und persönlichen Zügen viel genauer nachbilden, als dies die aus Samen, also aus einem Act geschlechtlicher Befruchtung her erzeugten zu thun pflegen. Die absonderlichsten Formen einzelner Theile, die Farben und Malereien von Blättern, Blüthen und Früchten, die Gerüche jener und selbst die Säftezusammensetzung dieser wird von »Sprösslingen« im engeren Sinne des Wortes, also Knospungen der Mutterpflanze, oft viele solcher Spross-Generationen hindurch auf das Treuste wiederholt. Durch diese Eigenschaft allein lassen sich die Tausende von Spielarten und die aber

Tausende von persönlichen Differenzen von Frucht- und Ziergewächsen in immer wieder neuen Exemplaren mit einer gewissen Sicherheit reproduciren.

Das Gegentheil thun erfahrungsgemäss die Sämlinge. Sie besitzen in der Mehrzahl der Fälle, und vorzugsweise bei holzigen oder doch ausdauernden Gewächsen, dem Anscheine nach die Freiheit, ihre Qualitäten aus dem gesammten der Art eigenen Formenschatz beliebig zu wählen und gewissermassen neu zusammenzustellen. Sie sind also von der Persönlichkeit der Eltern nur mittelbare und unvollkommene Nachbilder. Sie greifen nach verschiedenen Gebieten des Artformenkreises umher zur Zusammenstellung der eigenen Individualität aus ihren einzelnen Bestandtheilen. Nur zum Theil sind sie dem väterlichen oder mütterlichen Stock oder Spross in einzelnen Zügen ähnlich, nicht mit Nothwendigkeit. Die jeweiligen Generationen können also immer wieder in der Gesammtheit ihrer Einzelwesen die Totalität der Speciesqualitäten zur Darstellung bringen, ohne dass diese eben im Einzelnen denen der vorhergehenden Generationen congruent zu sein brauchen. Vielmehr werden, so zu sagen, die Karten bei jedem neuen Zeugungsact neu gemischt und immer neue Combinationen spielen hin und her durch das Formengebiet der Art. Und so bedient sich der Pflanzenzüchter der Samenpflanzen, um Neuwesen zu gewinnen, die von den Elternformen abweichen, ungefähr mit derselben Sicherheit, als er der Sprossvermehrung sich zur Wahrung der individuellen Sonderformen bedient. Er sagt dann kurz, durch Samen werde die Art im Ganzen, durch Brutknospen u. dgl. nur das Individuum fortgepflanzt.

Es beruht indessen keine dieser Erscheinungen auf Zwangsgesetzen, vielmehr erleiden sie Ausnahmen. Auch die aus Sprossvermehrung hervorgegangenen Arten können gelegentlich einmal ausschreiten und den Mutterformen untreu werden. Besonders thun sie dies gern, wenn diese sehr extremen, das mittlere Maass des Speciestypus überschreitenden Formen angehört haben. Nicht selten wenden sie sich dann, — man kann sagen, mit einer gewissen ostensibeln Neigung, — dem mittleren Typus wieder mehr zu. Freilich kann auch das Gegentheil vorkommen und sich einzelne Ausschreitungen durch solche Sprossungen noch mehr hervorthun. Jenes aber ist weit häufiger. Andrerseits besitzen nicht die Samen aller Arten die oben von ihnen

gerühmte Freiheit in der Gestaltsamkeit. Vielmehr giebt es nicht wenige Arten von Pflanzen, deren Sämlinge sich mit Vorliebe die Eltern zu treuer Nachahmung aller Qualitäten, innerer wie äusserer, zum Muster nehmen. Und zwar finden sich solche vorzugsweise unter denjenigen Arten, die nur einen einzigen Sommer vegetiren. Manche Gartenblumen, Astern, Levkoien, manche Getreidearten, Weizen, Roggen, Gerste, Reis, Mais lassen sich sortenweis Jahr für Jahr mit ziemlicher Zuverlässigkeit aus Samen wieder gewinnen. Allein die Zuverlässigkeit ist doch eben nur eine ziemliche und keine ganze. Die Mehrzahl copirt zwar die Elterneigenschaften, die Minderzahl aber weicht doch von ihnen ab, und Garten- und Ackerbauer sind genöthigt, die Samen dabei nach gewissen Erfahrungen auszulesen, wollen sie ihren Zweck der Erhaltung bestimmter Eigenschaften erreichen. Alles zusammengenommen, bleibt also der Satz im Grossen und Ganzen richtig, dass die aus Samen mittelst beidelterlicher Zuthat erzeugten Pflanzen-Individuen ihre Persönlichkeit durch freies Hineingreifen in das Qualitätenbesitzthum der Species als wirkliche Neuwesen innerhalb des Artgebietes constituiren, während die Knospenbrut sich möglichst genau an die Nachbildung der mütterlichen Persönlichkeit hält.

Erwäge man nun Angesichts dieser Thatsachenreihe Folgendes: Die gesammte Ausgestaltungsthätigkeit sowohl der organischen Reiche im Ganzen, als auch der einzelnen Wesen in ihnen ist ein stetiger Sonderungsvorgang. Die Thätigkeit des Ganzen differenzirt sich, und entsprechend gliedert und zerlegt sich die Körpergestalt desselben in immer zahlreichere, feinere, genauer ihren Geschäften angepasste Theile. Immer neue Geräthe werden für immer neue Sonderzweige der Lebensarbeit in Dienst gestellt. Immer sorgfältiger sind sie bis aufs Einzelne für die kleinsten Züge desselben geeignet gemacht.

Alle diese Theile sind anfänglich aus den gleichwerthigen Urzellen des Keim- und Knospengewebes entstanden. Also haben diese Urzellen von vorn herein die Befähigung, die verschiedensten Gewebe und Gewebesysteme aus sich zu erzeugen. Und es giebt Gründe, — deren ganze Darlegung hier zu weit führen würde, — aus denen man anzunehmen hat, dass diese Allgestaltsamkeit fast für alle Pflanzenzellen in gewissem Maasse ein unveräusserliches Erbtheil bleibt. Denn nicht selten sieht man, — um nur dies Eine beispielsweise anzuführen, — bei Reproductionen, dass Gewebe, die längst zu dauernden Formen

gelangt sind, neueren Bedürfnissen nachgebend, sich wieder zu ganz neuen Bildungen anschicken und diese ausführen. So z. B. vermögen sehr verschiedene Zellgewebsformen, sobald es sich nöthig macht, Korkzellen in sich zu erzeugen. Vielerlei Parenchym-Gewebe vermögen, nachdem sie lange ganz speciellen Verrichtungen ausschliesslich obgelegen haben, unter besonderen Umständen noch nachträglich zu sehr verschiedenen Formen auszuwachsen, um sich diesen anzupassen. Diese wie jene Erscheinungen sind bei Verwundungen sehr allgemein.

Allein die Ausübung dieser Fähigkeit wird von der Mehrzahl der Zellen nicht in Anspruch genommen. Die meisten üben ihrer ganzen Dauer nach die im vollkommensten Organismus sich immer mehr beschränkende Verrichtung im Dienste des Ganzen aus. Die Gewerke und Berufszweige in der höher entwickelten und vollkommner gegliederten menschlichen Gesellschaft beschränken den Einzelnen immer mehr in seinem Thun, machen ihn zwar zu diesem immer geschickter, lassen durch harmonisches Zusammenpassen aller der vielen Arbeiten aller einzelnen Arbeiter eine immer vollkommnere Gesammtleistung zu Stande kommen, machen aber im Gegensatz auch den Einzelnen zu jedem andern, als dem ihm zugefallenen Thätigkeitszweig immer ungeschickter. Proportional der zunehmenden Vorzüglichkeit in der allseitig sorgfältigen Gesammtleistung steigert sich die Einseitigkeit und Beschränktheit der Befähigung und Leistung der einzelnen Arbeiter. Dasselbe trifft die Organismen und ihre Theile. Die ursprüngliche Allgestaltsamkeit der Zellindividuen, deren grosse staatliche Genossenschaft den vollkommneren Pflanzenleib zusammensetzt, verliert sich in demjenigen Verhältniss, in welchem ihr Arbeitspensum sich beschränkt. Die Gewohnheit, von allen den vielen Thätigkeiten, welche auszuüben die Einzelzellen befähigt waren, immer nur eine noch zu verrichten, lässt sie, möchte man fast sagen, vergessen, dass sie die andern auch verstehen. Wie dem Zellgewebe und den Einzelzellen, so geht es den ganzen Sprossgliedern und überhaupt grösseren organischen Theilen des Pflanzenstockes. Wenn freilich bei Reproductions-Vorgängen an allerlei Orten dasselbe, an Stengeln, Wurzeln, Blättern u. s. w. allerlei Neubildungen entgegengesetzter Art hervorgerufen werden können, so sind doch die Luftsprosse für gewöhnlich anderen Gestaltungen zugewendet, als die Wurzeln, die Blüthentheile anderen, als die Ernährungsorgane u. s. w. Man darf

also sagen: Die fortschreitende Differenzirung des Gesammtleibes eines Organismus bedingt die fortschreitende Verarmung seiner Einzeltheile an Formen sowohl als an virtuellen Qualitäten.

Wie nun die Theile eines organischen Individuums, so thun es ähnlich die Einzelwesen einer Art, die Arten einer Gattung, die Gattungen oder Sippen eines Sippenstammes. Die Individuen jeder dieser Genossenschaften erweisen sich hierin als Zweige einer Individualität höherer Ordnung. Sie theilen unter einander die Arbeitsaufgabe ihres Stammes im Haushalte der Natur, die einen bewirthschaften diesen, die andern jenen Standort, und in gleichem Maasse specificiren sie ihre Thätigkeit und beschränken den Kreis ihrer Formen und Fähigkeiten eben durch die besondere Anpassung an den ihnen zufallenden Theil der Gesammtleistung.

Der eigenthümliche Trieb zu Abwandlungen also, welcher den Formenkreis einer Art so sehr erweitert, dass kein Einzelwesen denselben ganz ausprägen kann, erscheint durch die vorstehende Erwägung nunmehr auch besser beleuchtet. Das Bedürfniss complicirt das Formen-Gemisch und steigert die Besonderheiten der Mitglieder der Genossenschaft einer Art oder Sippschaft höheren Ranges zu noch grösseren Differenzen. Je mehr sich nun aber das Besitzthum des Einzelwesens an Qualitäten aller Art beschränkt, je mehr in noch bedeutenderem Grade die Einzeltheile des Einzelwesens an Fähigkeiten verarmen, desto bedeutsamer wird nun die Frage der Fortpflanzung für das Fortbestehen der organischen Arten. Die Art, wie die dazu nöthigen Einrichtungen getroffen werden, gewinnt nunmehr eine augenfällige Wichtigkeit.

Laubsprosse erzeugen oft in langer Generations-Folge nur wieder Laubsprosse, Wurzeln wieder Wurzeln. Verästelt sich ein Blüthenstand, so ist er alsbald bestrebt, die Zweige mit neuen Blüthen zu bedecken. Wächst die Axe einer Einzelblüthe abnormer Weise durch, so geht sie doch schnell wieder zum Ausbau einer neuen Blüthe über. Jedes fährt zunächst und am Liebsten in gewohnter Thätigkeit fort. Aus demselben Grunde müssen also die Vermehrungssprosse, Laubknospen und Veredlungsreiser von allerlei Zier- und Nutzgewächsen zunächst darauf gerichtet sein, wie oben gesagt, das Gleiche wieder zu bilden. Aber nicht allein das ganze mütterliche Individuum findet in den Nachkommen seine gleichsam typographische Vervielfältigung,

sondern die Lauborgane sind sogar geneigt, der Natur desjenigen besonderen Theiles des Mutterstockes in ihrer Weitergestaltung treu zu bleiben, dem sie selbst entstammt sind. Steckreiser, aus den blühenden Sprossregionen der Mutterpflanze genommen, geben schnell wieder ähnliche blühende Stöcke, solche aus den Laub- oder Stammregionen gewählte treiben zunächst wiederum mehr vegetative Theile. Hiervon sei nur unser Epheu als charakteristisches Beispiel genannt, dessen mit sehr abweichender Belaubung versehene Blüthen tragende Zweige, zu Steckreisern gewählt, sofort wieder blühbare Tochterpflanzen liefern. Mithin erhellt hiernach noch mehr, dass alle rein mütterlich individuelle Fortpflanzung zu immer beschränkteren, immer mehr in ihrer Mitgift verarmenden Individualitäten führen muss, welche je länger, desto mehr von der Gesammtgestaltsamkeit der Mutterpflanze einbüssen, einen immer kleineren Antheil der Artqualitäten noch bewahren und ausprägen. Und damit ist nun der Schlüssel zur Erkundung des bedeutenden Werthes der doppelelterlichen Zeugung gefunden. Denn wenn die fortschreitende Zertheilung der Glieder und ihres Qualitätenbesitzthums der Grund zur Verarmung der Nachkommenschaft ist, so wird eben die Wiedervereinigung von Stoffen und Kräften das Mittel sein, das diesem Uebel abzuhelfen im Stande ist.

Wir müssen nun annehmen, dass der Protoplasma-Leib der Zelle nicht allein der räumliche Inhaber ihres stofflichen Besitzthums ist, sondern auch der alleinige Sitz ihrer virtuellen Fähigkeiten, dass er also die sämmtlichen Quellen ihrer treibenden und bildenden Kräfte in sich birgt. Sind nun die einzelnen Protoplasma-Individuen zu arm, so werden je zwei vereinigte zunächst wenigstens eine quantitative Vermögensvergrösserung respräsentiren und zahlreichere Vereinigungen werden das Besitzthum ihrer Erzeugnisse immer mehr bessern, selbst wenn die Contribuenten einander an Qualitäten sonst gleich wären. Je näher aber der Ursprungsort, je ähnlicher die Entstehung solcher zu copulirenden Individuen ist, desto ähnlicher werden sie einander an materiellen und virtuellen Qualitäten sein, in je weiterer Entfernung von einander sie entstanden, je verschiedener sie selbst sowohl, wie ihre Elterngebilde an Form und Entwicklung sind, für desto verschiedener in ihrem ganzen Wesen dürfen auch sie selbst gelten in Bezug auf alle ihre Eigenschaften. Das Zusammen-

führen je zweier oder mehrerer Einzelzellen durch den sogenannten Zeugungsact ist mithin eine Nützlichkeitseinrichtung, durch welche der sonst fortschreitenden Verarmung der neuen Generationen entgegengearbeitet wird.

Demgemäss erblickt man das ganze Pflanzenreich hindurch eine lange Vervollkommnungsreihe für diese Einrichtung. Zunächst gleichgeboren und gleichgestaltet, erscheinen die Zeugungscontribuenten immer verschiedener an Ursprung und Typus, und auch immer verschiedener an Ursprung, sowohl in Bezug auf dessen Ort, als auf dessen Form und Qualität. Die sich paarenden Mikrosporen mancher Süsswasser-Algen, ebenso die Zygosporen mancher *Conjugaten*, *Volvocinen* und Pilze, sind theils an Grösse, Geburtsort und Benehmen einander völlig gleich, theils bahnen sich schon bei ihnen Verschiedenheiten darin an. Dann nehmen schon im Algengebiet die Differenzen des Ursprungsortes (»Dichotopie«) und die Formgegensätze zwischen den Zeugungs-Contribuenten unter sich und zwischen ihren Muttersprossen oder selbst Mutter-Individuen (»Dichotypie«) bis zu hohem Grade zu. Von den einfachsten Pflanzen an bis hinauf zu den vornehmsten Organismen werden die Einrichtungen immer feiner und complicirter, durch welche nach möglichst verschiedener Natur der männlichen und weiblichen Zuthat zur Keimbildung gestrebt, dieselbe immer sicherer gewährleistet wird. Und nicht allein durch Anlage der männlichen und weiblichen Organe an verschiedenen Stöcken oder doch an verschiedenen Orten derselben Pflanze und durch Begabung mit verschiedenen Kräften, Form- und Stoffeigenheiten wird der Reichthum in der Begabung eines zu zeugenden Neuwesens vergrössert, sondern es wird dazu noch eine Sicherheitsmassregel weiter getroffen. Es wird vorgesehen, dass, mögen auch der Bequemlichkeit halber beiderlei Geschlechtswerkzeuge in einer und derselben Blüthe beisammen stehen, diese den Coitus mit einander nicht ausüben können. Meist erreichen sie nicht gleichzeitig die Pubertät, bald sind noch viel künstlichere Gestaltungsvorrichtungen getroffen, um jede Selbstbefruchtung der Einzelblüthe, womöglich des Einzelstockes, zu verhindern und dafür die sogenannte Fremdbefruchtung, d. h. die Bestäubung der Narbe einer Blüthe durch das Pollen einer möglichst wenig mit ihr blutsverwandten anderen zu erzwingen. Nichts kann mehr, als diese Erscheinung, zu erweisen geeignet sein, wie hoher Werth für den Zeugungsact darauf gelegt wird,

dass der Zeugling sein Lebensanlagecapital aus möglichst verschiedenen Hülfsquellen beziehe, und möglichst Mannigfaltiges wieder harmonisch in sich verschmelze.

Allein wie sehr nun auch immer auf den höchsten Stufen des Pflanzenreiches das Zusammentreten eines ausgeprägt männlichen und eines desgleichen weiblichen Zeugungstheilnehmers zur immer festeren Sitte wird, so wird es doch eben nicht zum Gesetz, das aus irgend einer Nothwendigkeit folgte. Wie in manchen Fällen statt zwei auch drei und noch mehr Protoplasma-Individuen zu einem Neuwesen zusammentreten können (*Fucus*, *Vaucheria* etc.), so erweisen die Uebergänge aus den Zygosporen zu den einzeln keimenden Schwärmsporen, wie schon oben erwiesen, dass die Nothwendigkeit für das Zusammenthun eben überhaupt fehlt. So ausserordentlich das Mittel der Fremdbefruchtung zur Mischung der Artqualitäten für Neubegründung von Individuen ist, so ist es immerhin nur ein Mittel, das angewendet werden kann, aber nicht muss. Wir dürfen annehmen, dass es im Plane der Fortbildung der Organismen liegt, dass diese ihre Arttypen möglichst lange erhalten, in gleich reichem Formenkreis, mit gleichem Kräftecapital und gleicher Entwicklungsenergie. Die immer neue Mischung der Qualitäten, die schon oben der immer neuen Mischung eines Kartenspiels verglichen worden ist, die grösste Wahrscheinlichkeit immer neuer und möglichst vieler Combinationen von Befähigungen hindert ihr Auslaufen in immer schmalere und dürftigere Einzelerbtheile, deren Endergebniss das Verkommen ist. Allein ein Zwang, so zu verfahren, herrscht für die Pflanze nicht, sie kann sich auf blosse individuelle Zeugung beschränken und wird es mithin als Nothbehelf um so leichter thun, wenn ihr einmal das Geschlechtsleben versagt bleibt.

Schon dieser Anschauung gegenüber müsste zugleich die Veranlassung fallen, die Sexualität, wie oben gesagt, als geheimnissvolles Naturgesetz anzusehen, und in der Befruchtung die Wiedervereinigung gewisser unbekannter, auseinander getretener männlicher und weiblicher Triebkräfte zu erblicken. Es sei aber doch auf diese grade noch von andrer Seite her ein Blick geworfen.

Zunächst ist man, wenn man eine innere ausschliessliche Gegensätzlichkeit zwischen männlichen und weiblichen Qualitäten zum Fundament der Sexualitäts-Erscheinungen machen will, zu einem sehr unbe-

quemen Unterbau von Hülfshypothesen gezwungen. Denn wo beginnt diese Sonderung und wie weit greift sie? Einige Pflanzen sind nach ganzen Stöcken, andere nach Sprossen, andere nach Blüthen, endlich andere nur nach Phyllomen geschlechtlich differenzirt. Giebt es so viele Stufen des Separationszwanges, der dann auch ebenso viele Stufen der obligatorischen Copulation bedingt? Wie gelingt es dann aber den Pflanzen oder den Pflanzentheilen, die, ob sie gleich weiblich oder männlich sind, doch das entgegengesetzte Geschlecht gelegentlich einmal zur Selbsthülfe mit ausprägen, dies Gesetz zu übertreten? Also können sie es doch befolgen und unbefolgt lassen, wie es eben passt? Sie können doch die von sich abgesonderten männlichen Besonderheiten, wenn sie weiblich sind, zeitweis wieder annehmen oder hervorsuchen und wirksam machen; aber wodurch und woher? Wenn dies aber eben in solchen Fällen angeht, wo ist dann die Grenze dieser Gesetzes-Uebertretungen? Wenn an weiblichen Stöcken, Sprossen, Blüthen ganz neue männliche Theile geformt werden, und dadurch die wunderbar getrennten Sexual-Principien sich mittels neuer Wunder partiell wieder vervollständigen, warum sollte dann nicht ebenso gut dies im Keimsack selber geschehen können, und damit wenigstens viel unnütze plastische Arbeit gespart werden? Wenn ein weiblicher Spross die in ihm doch im verborgenen Besitz verheimlicht gehaltenen männlichen Qualitäten durch den gewaltig weiten Umweg der Ausbildung von männlichen Blüthensprossen, an die er nicht gewöhnt ist, zu seiner Eianlage heranzuschaffen vermag, warum soll er sie dann nicht ebenso gut direct in den nun einmal gewohnheitsgemäss angelegten Keimsack, in dem die Eizelle zu entstehen hat, schaffen und ohne Weiteres mit dieser vereinigen können? Es ist jenes Eine nach dieser Anschauung nicht weniger gesetzwidrig, als dieses Andre.

Indess giebt es neben dieser an sich schon ausreichenden Betrachtung der erwähnten Thatsachen deren noch beweiskräftigere, die ohne Weiteres vor Augen legen, dass selbst bei grösstem Contrast zwischen Mann und Weib die beiderlei Qualitäten keineswegs völlig von einander getrennt sind. Wo könnten wir schärfer ausgeprägte Gegensätze in den Physiognomien beider Geschlechter finden, als bei den hohen Rückgratthieren, speciell z. B. bei den Hühnervögeln, den Wiederkäuern, endlich dem Menschen? Und doch werden die männlichen Exemplare dieser Arten, wenn sie ihrer wesentlich männlichen Organe

beraubt, also zur Ausübung ihrer Sonderfunctionen untauglich werden, zu sonderbaren Missgestalten, welche physisch und psychisch ein Gemisch weiblicher und männlicher Eigenschaften zeigen. Wer möchte im Kapaun, im entmannten Stier, im Eunuchen die typisch weiblichen Eigenthümlichkeiten verkennen? Und doch müsste man, wenn irgendwo eine wirklich scharfe Sonderung männlicher und weiblicher Qualitäten vorkommen soll, dieselbe vor allen in diesen Fällen vermuthen. Grade hier giebt aber die Natur die Ausgestaltung der Sonderformen auf, wenn der Sonderzweck derselben doch unerreichbar wird und kehrt in den Bildungsweg mittlerer Richtung zurück. Wo aber bekämen denn nach der Castration die entsprechenden Individuen die ihnen principiell versagten entgegengesetzten Eigenschaften wieder her, wenn sie ihnen wirklich versagt gewesen wären? Innerhalb des Körpers männlicher Individualität entwickeln sich weibliche Eigenschaften, die das entmannte Individuum zu einer Art neutraler Mittelform zwischen Mann und Weib umgestalten, selbst noch in vorgerücktem Alter. Ja, sogar ein weibliches Kalb wird[1]), wenn es nicht früh genug der Gemeinschaft mit dem Stier theilhaftig wird, zu einem hochbeinigen Rind, das an Gestalt sich vom reinen Typus der Kuh entfernt und dem des Ochsen ähnlich wird. Nehmen wir hierzu das Vorkommen von mehr oder minder vollständigen Zwitterbildungen an Individuen der vollkommensten Thierarten, selbst an Menschen, so geht dann aus der Summe dieser Erscheinungen unwiderleglich hervor, dass jedes Individuum die Fähigkeit zur Ausgestaltung beider Geschlechtsformen besitzt, der Regel nach aber sich nur nach einer Richtung bildet und diese um so schärfer in seiner Sondergestalt ausprägt, als der Charakter der Männlichkeit und Weiblichkeit die der Art eigenen Qualitäten scharf unter sich theilen.

Erwäge man hierzu nun endlich, wie gering die plastische Mehrleistung der Pflanze ist, die sie darauf wenden muss, um im Keimsack ohne männliches Zuthun allein für sich einen Keim zu Stande zu bringen im Verhältniss mit der gewaltigen Umgestaltungsarbeit, deren es bedarf, um z. B. die Physiognomie des Stieres zu der des kuhähnlichen Rindes umzuformen. Und erwäge man alsdann noch, wie gering das Gewicht ist, welches trotz aller scheinbaren Gegen-

1) Nach mündlichem Bericht eines erfahrenen Landwirthes.

sätzlichkeit der geschlechtlichen Differenzen die Pflanze auf rein örtliche Trennung der männlichen und weiblichen Organe legt, die doch leicht genug zu erreichen wäre. In der Mehrzahl der Phanerogamen stehen vielmehr Staubgefässe und Stempel in einer Blüthe. Käme es also bei der Zeugung nur auf Vereinigung männlicher und weiblicher Triebfactoren an, warum befruchten sich dann nicht die Theile einer Blüthe unter einander, die doch so bequem und so häufig zusammengestellt sind? Warum legt die Pflanze, statt auf strenge Sonderung der Geschlechter, vielmehr darauf so hohen Werth, dass die zum Zusammentritt bestimmten plastischen Zuthaten nicht aus demselben, sondern aus verschiedenen Individuen stammen? Nicht also auf die möglichst scharfe Differenzirung gewisser zusammen zu bringender Geschlechts-Principien, sondern nur auf möglichste Verschiedenheit der zusammenkommenden vitalen Qualitäten überhaupt muss es also ankommen.

Giebt man aber endlich sogar zu, dass im Samenkerngewebe, also an einem durchaus unangemessenen Orte, eine offne Sprossknospe entstehen und zu einem Neuwesen ausgebildet werden könnte, obgleich doch hier nur weibliche Zeugungsqualitäten vorhanden gedacht werden müssten, so muthet man der Pflanze statt einer zwei Wunderlichkeiten zu: Eine Knospe tief im innersten Mutterschooss und eine neue lebensfähige Ganzheit, die doch nur aus der weiblichen Hälfte der nothwendigen Zuthaten geformt wird.

Und so treffen denn alle diese Betrachtungen zu dem einen Gesammtzeugniss dafür zusammen, dass die Annahme unerklärbarer Geschlechtsdifferenzen von obligatorisch gesetzmässigem Zusammenwirken nicht nur nicht ausreichend begründet, sondern ganz und gar nicht haltbar ist, mithin die Parthenogenesis nicht hindern kann.

Die Geschlechtsdifferenz reducirt oder besser erweitert sich somit auf eine Differenz individueller Qualitäten aller Art, nicht bloss einzelner verborgener und räthselhafter. Der durchgreifende Gegensatz im Typus der männlichen und weiblichen Contribuenten braucht also keinen principiellen Gegensatz zu bergen, sondern nur eben die bequemste, den Umständen und Bedürfnissen am Besten angepasste Gebrauchsform, in die diese Geräthe gegossen sind, vorzustellen, wie oben dargelegt ist. Es erklärt sich die auffallend grosse Verschiedenheit an Form, Grösse und Benehmen der männlichen und weiblichen Zeugungscontribuenten

genügend aus den Beiden zufallenden, verschiedenen Rollen im Zeugungsdrama. Das Bewegliche muss durchaus anders sein, als das ruhend Empfangende, eben weil es sich bewegen soll. Wie wenig grade aus diesem Formenunterschiede ein Gegensatz einander ausschliessender, unbekannter Principien gefolgert werden darf, war ja aus dem ganz allmähligen Uebergang isotyper und und dichotyper Zeugungskörper bei den Conjugaten, bei denen sogar völlig isolirt bleibende Einzelzellen zu Sporen werden können, genugsam bewiesen. Selbst in der Thierwelt wird ja, wie eingangs erwähnt, die sexuelle Zeugung erst auf den höchsten Stufen zur ausnahmslos beobachteten Regel. Und zwar sind die obersten Stufen beider Reiche in deren Befolgung nur deshalb gewissenhafter, weil die grössere biologische Differenz zwischen Mann und Weib hier auch eine grössere morphologische nöthig macht, also eine durchgreifendere Aenderung der Qualität.

Mithin liegt die Sache einfach so, dass freilich zwar die ganze höhere Pflanzenwelt, wie die entsprechende Thierwelt, seit Tausenden von Generationen die Sitte ererbt hat, ihre Eizellanlagen mit einem künstlichen Empfängnissapparat zu umgeben und darauf mit deren Ausbildung zum keimfähigen Ei zu warten, bis eine Spende an Stoff- und Kräftezuthat von andrer Qualität, als die Eizelle sie an sich hat, angekommen ist. Allein als Nothwendigkeit erscheint diese Zugabe nun nicht mehr. Und lässt auch die Gewohnheit in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Eianlagen, wenn sie vergeblich warten, lieber umkommen, als zur Selbsthülfe schreiten, so ist dies eben nicht nöthig und folgt aus keinem obligatorischen Naturgesetz. Das abgetrennte Blatt, das Wurzelstückchen, entschliessen sich in der Noth und Verlassenheit in vielen ungünstigen Fällen, in energischem Aufschwung ihrer Gestaltsamkeit eine Stammknospe zu erzeugen, — was doch keine gewohnte Arbeit für dieselben ist, — während dies in sehr viel mehr Fällen unterbleibt. Ganz ebenso gut kann, während das Abwarten des Zeugungsvollzugs und das Misslingen der Eibildung bei dessen Unterbleiben in der Mehrzahl der Fälle gilt, in einer Minderzahl durch eigene Triebkraft im Eierstock allein aus dem immerhin beschränkten Vorrath von stofflichem und dynamischem Besitzthum, wenn die vervollständigende Wirkung ausbleibt, die selbstkräftige Anlage und Ausbildung von Keimen neuer Wesen unternommen

werden. Dieses ist durchaus nicht als eine höhere plastische Leistung anzusehen, als jenes. Wenn bei den völlig parthenogenetischen Acten, durch welche die sogenannte Ammenzeugung[1]) der Würmer u. s. w., die Brutsporen der Farne, die Schwärmsporen der Algen u. s. w. zu Stande kommen, das Zusammenfügen verschiedener Zeugungsqualitäten unterlassen wird (nach jener Ansicht also das Auseinandertreten entgegengesetzter Principien unterbleibt), so geschieht dies hierbei von den betreffenden Pflanzen gewohnheitsgemäss nach der bei ihnen herrschenden Wirthschaftsregel. Hier in den Ausnahmefällen geschieht es gegen die Regel, gegen die angeborene Gewohnheit, aber es geschieht auch nichts Anderes und nichts Schlimmeres, mithin nichts plastisch Schwierigeres oder principiell Unerhörtes und Wunderbares. Nichts geschieht vielmehr, als dass die Pflanze im Nothstand sich, so zu sagen, auf die ihr angestammte Befähigung besinnt und nach derselben thatkräftig zurückgreift. Dass nun übrigens ihre parthenogenetischen Zeuglinge, ob sie gleich morphologisch

---

1) Die in der Zoologie üblich gewordene Anwendung des Begriffs »Amme« als Bezeichnung von Zwischengenerationen, welche, ohne befruchtet zu sein, Eier oder Junge zur Welt bringen, widerspricht dem Sprachgebrauch und dem darauf zu begründenden Inhalt des Begriffs. Eine Amme nennt man nicht eine Person, welche ohne vorhergegangenen Coitus eigene Nachkommenschaft zur Welt bringt, sondern vielmehr eine Pflegerin solcher Kinder, welche eine andre Mutter nach normalem Zeugungsact geboren hat. Diese irrige Bezeichnung verschiebt zugleich die richtige Anschauung von der Parthenogeneität der verkehrt so genannten Ammenzeugung. Owen schon hat den Begriff der Parthenogenesis auf diese dem Generationswechsel zugehörigen Vorgänge ausgedehnt, wie es richtig ist. Es werden indessen auch Ammendienste im Thier- und Pflanzenreiche geleistet. Die kleinen *Silvien* spielen die Ammen der Kuckuksbrut, die Hennen die der Entenküchlein, deren Eier ihnen untergeschoben sind Die Traglaubblätter sind die Ammen der in ihren Achseln stehenden Früchte oder Sprosse, die Nebenblättchen oft die der zugehörigen Laubblätter. Der Wildstamm spielt Ammenrolle für das Edelreis, das ihm aufgesetzt ist, der Klee ist Zwangsamme der ihn beraubenden *Orobanche* u. s. w. Sogar entschieden männliche Ammen werden bei den *Salpen* durch deren Kettengenerationen zu constatiren sein, wenn sich die oben schon (Seite 6) erwähnten Beobachtungen an ihrer Generation bestätigen. Aber jene thierischen Pseudoammen führen diesen Titel gegen ihr gutes Recht. Sie sind die jungfräulichen, aber doch wirklichen Mütter ihrer vaterlosen Nachkommenschaft.

echte Keimlinge sind, doch biologisch den beidelterlich erzeugten Keimen nicht äquivalent sein können, liegt nach Vorstehendem auf der Hand. Sie copiren zunächst die Eigenschaften des Mutterindividuums. So sind alle bisher bei uns aufgewachsenen *Caelebogyne*-Sämlinge, soviel deren erkennbar geworden, weibliche Exemplare. Bei Hanf und Hopfen wird indessen schon weniger streng verfahren, und die vermuthlich jungfräulich erzeugten Keimlinge waren zum Theil Männchen. Im Ganzen ist den parthenogenetischen Neuwesen neben dem morphologischen Werth der Keimlinge nur der biologische von Brutsprossen beizulegen. Dasselbe gilt natürlich von den einzelligen Brut- und Schwärmsporen der Kryptogamen, welche morphologisch, wie oben ausgeführt, Keime, biologisch betrachtet aber auch nur den Brutknospen gleichwerthig sind.

Dies ist denn also die theoretische Ermöglichung der factisch bewiesenen Parthenogenesis. Und wir geben uns der Hoffnung hin, durch den Versuch, den Schleier vom inneren Wesen der Sexualität etwas zu lüften, denen, die sich allzu ängstlich dem vermeintlichen Gesetz unterthan fühlten, eine Erleichterung für die Annahme dieses so unliebsamen Phänomens der bloss jungfräulichen Production verschafft zu haben. Denn die geschlechtliche Zeugung ist eben kein Gesetz, gilt durchaus nicht allgemein, sondern ist nur eine in sehr weitem Kreise mit Vorliebe angewandte und ungern verlassene Zweckmässigkeitsregel. Und hiernach sind wir denn weit entfernt, die Parthenogenesis aus der Wirklichkeit verbannen, oder ihr Ausüben theoretisch verbieten zu dürfen. Vielmehr können alle Tage aller Orten neue und schlimmere Fälle solches Missverhaltens bekannt werden, wie in der That dergleichen schon drohen.

Im September 1876.

Nachschrift.

An die vorstehenden Mittheilungen sollten sich, wie in der Vorbemerkung angedeutet ist, die Besprechungen einiger anderen Pflanzen anreihen, gegen welche der mehr oder weniger begründete Verdacht, die Parthenogenesis zu üben, oder doch ihr ähnliche Erscheinungen

blicken zu lassen, vorliegt. Von *Phanerogamen* hatte A. Braun hierfür, einer brieflichen Mittheilung nach, folgende ins Auge gefasst:

Xanthoxylon Bungii	nach	Mittheilungen	von	Durieu,
„ *alatum*	„	„	„	Hanbury,
Dodonaea hexandra	„	„	„	Fr. v. Müller,
Aberia Caffra	„	„	„	Anderson,
Carica Papaya	„	„	„	Berthelot,
Ficus	„	„	„	Gasparrini,
Excoecaria marginata	„	„	„	C. Bouché,
Torreya nucifera	„	„	„	C. Bouché,
Cucurbitaceen	„	„	„	Naudin,

Cycas (Ausbildung des Samens und Endosperms ohne Befruchtung nach A. Brauns eigenen und nach fremden Beobachtungen).

Da aber dem Verfasser dieses zur Zeit die Möglichkeit, und selbst, wenn er diese hätte, die Berechtigung mangelte, A. Brauns Gedanken und etwaige Aufzeichnungen hierüber mitzutheilen, so muss dies einstweilen vertagt bleiben. Ebenso müssen es seine neueren Bemerkungen über die schon früher von ihm besonders ins Licht gestellte Parthenogenesis von *Chara crinita* in Rücksicht auf Nordstedts und de Barys Beobachtungen, und endlich die entsprechenden Erörterungen von hierher gehörigen Erscheinungen bei *Thallophyten*, wovon die von Pringsheim nachgewiesene Parthenogenesis bei den *Saprolegnieen* von besonderer Wichtigkeit ist.

Dass neben diesen gewichtigen ganzen und allen den verschiedenen hinzutretenden halben und angedeuteten Beweisen und Belegen für die Parthenogenesis solche Fälle, wie Baillon (Comptes rendus t. 66 p. 856) in Beschreibung eines von F. Müller (bei Bockhampton in Neuholland) gefundenen monöcischen Exemplars unserer *Caelebogyne* ins Feld führt, nichts ausrichten können, liegt ohne weitere Erörterung auf der Hand. Denn eine diöcische Pflanze, deren Triebkraft sogar ausreicht um bis zur Parthenogenesis vorzuschreiten, wird natürlich um so sicherer auch beiderlei Geschlechter einmal in ganzen Blüthen auf einen Stock zusammenstellen können, als dies so viele andere diöcische Pflanzen vermögen. Dass sie dies aber kann, vermag doch nicht zu beweisen, dass sie jenes nicht könne.

Vielleicht, dass die Durchsicht von A. Brauns handschriftlichem Nachlass die Wissenschaft später noch in den Besitz aller der von ihm angedeuteten Besprechungen bringt. Die Hoffnung hierauf wolle verzeihen lassen, wenn Verfasser sich einstweilen aller weiteren etwaigen im Augenblick doch nur fragmentarisch herzustellenden Zusammenstellungen darüber enthält.

Im April 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Die sämmtlichen 19 Keime, welche in 9 von den 17 (18) Früchten gefunden sind, die bis zur anscheinenden Reife cultivirt waren, unter den Nummern, welche dieselben in der Tabelle S. 18 und 19 und in den Beschreibungen S. 17—25 bezeichnen. Es sind:

Fig. 2a 6, 7, 9, 12, 15 Einzelfrüchte. 2a α und β ungefähre Profil- und Flächenansicht des Einzelkeimes aus dem einen Fach von Frucht 2.

Fig. 2, b und c, Zwillinge des anderen Faches dieser Frucht.

Fig. 8, a, b, c Drillinge aus einem Fach; 8 β Ansicht der Zusammenlagerung dieser drei Keime vor ihrer gewaltsamen Trennung.

Fig. 11 und 16 Vierlingsgruppen aus je einem Fach ihrer Früchte; 16 β Gesammtansicht der Keime 16, b, c, d vor ihrer Auseinanderlegung. — Vergrösserung 20.

Tafel 2.

Fig. 1—6: Die sechs aufeinander folgenden Kelchblätter einer Blüthe in ihrer natürlichen Stellungsfolge zur Veranschaulichung ihres Grössen- und Gestaltverhältnisses. Alle sind gleichmässig von der Rückseite dargestellt und lassen die drüsigen Höcker und Randwülste erkennen. Vergrösserung 20.

Fig. 7 und 8. Ansicht einzelner Gruppen der absondernden Zellen, die die Randwülste der inneren Kelchblättchen ausmachen, in Flächen- und Profilansicht. Vergrösserung 1100.

Fig. 9. Profilansicht aus dem Oberflächen-Gewebe des zottigen Kelchblattzipfels mit den Basaltheilen zweier Haare. Vergrösserung ebenso.

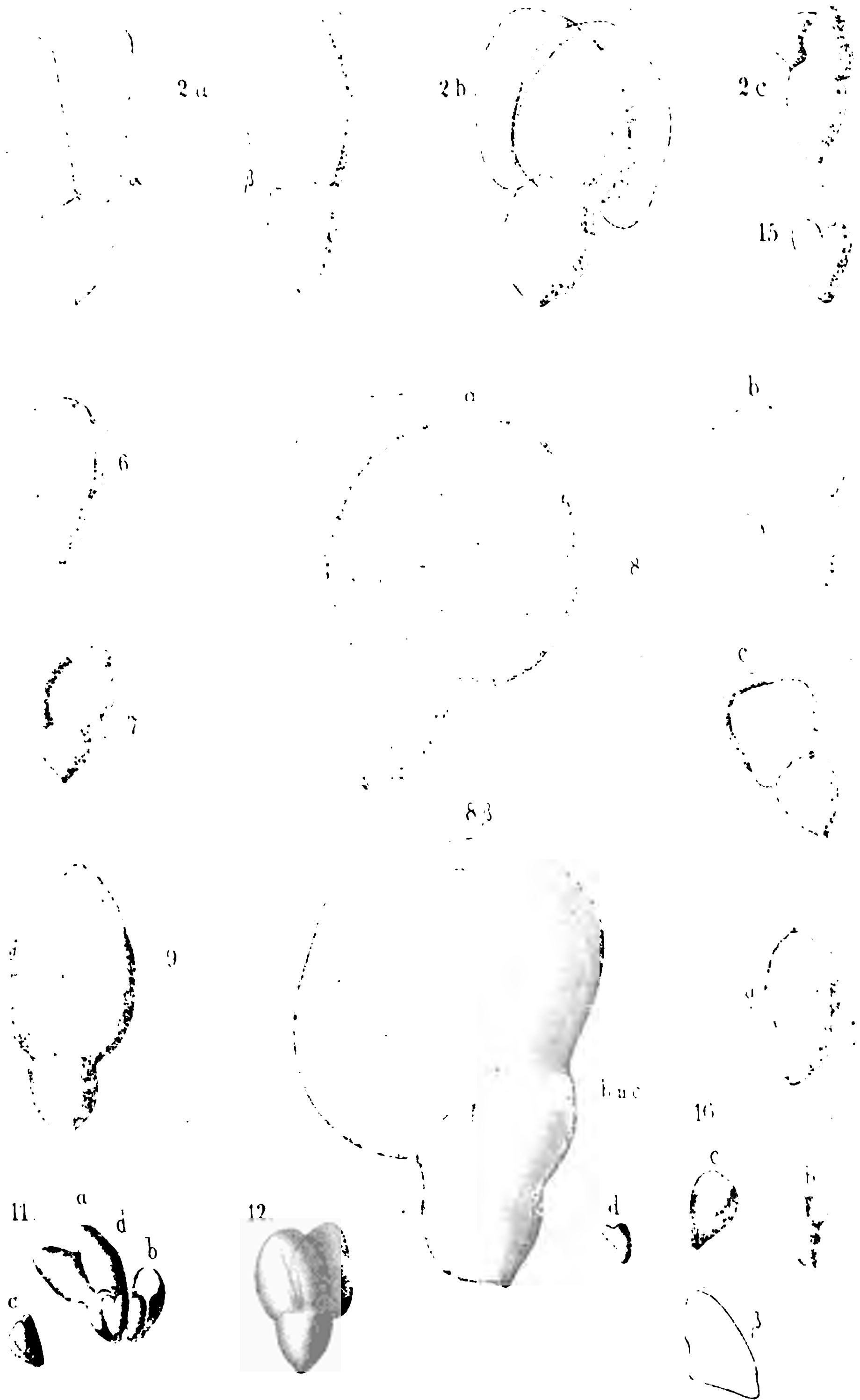
Fig. 11 und 16 d. Skizzen der gleich bezeichneten Keime von Tafel 1 zur deutlicheren Darlegung ihrer Lage und Gestalt und zur An-

deutung ihrer Zellgewebe. In der Gruppe 11 sind b und b' die Theile eines mittelgrossen Keimes, der sich über den Fuss des grössten schiebt; d ist der kleinste, der hinter diesem erscheint; c liegt für sich abgesondert. Vergrösserung 85.

Tafel 3.

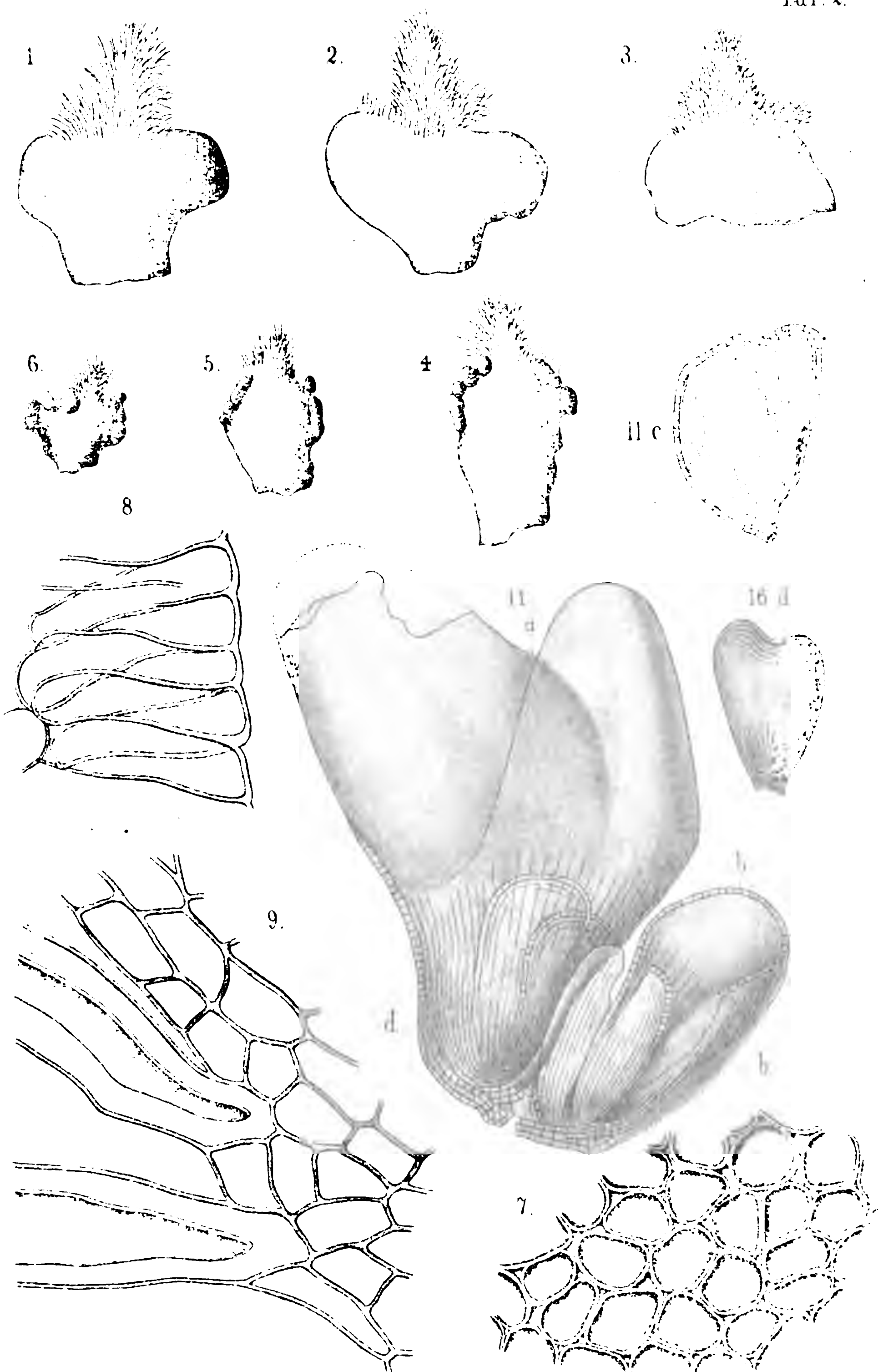
Darstellung eines einzelnen überzähligen Kelchblättchens, und zwar in der Entwicklungsfolge vom ersten normalen Kelchblatt an gezählt, des achten; B in der Grösse der Figuren 1—6 von T. 2; die Hauptfigur zur genaueren Darlegung des Baues in mikroskopisch perspectivischer Skizze bei 180-maliger Vergrösserung ausgeführt.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.



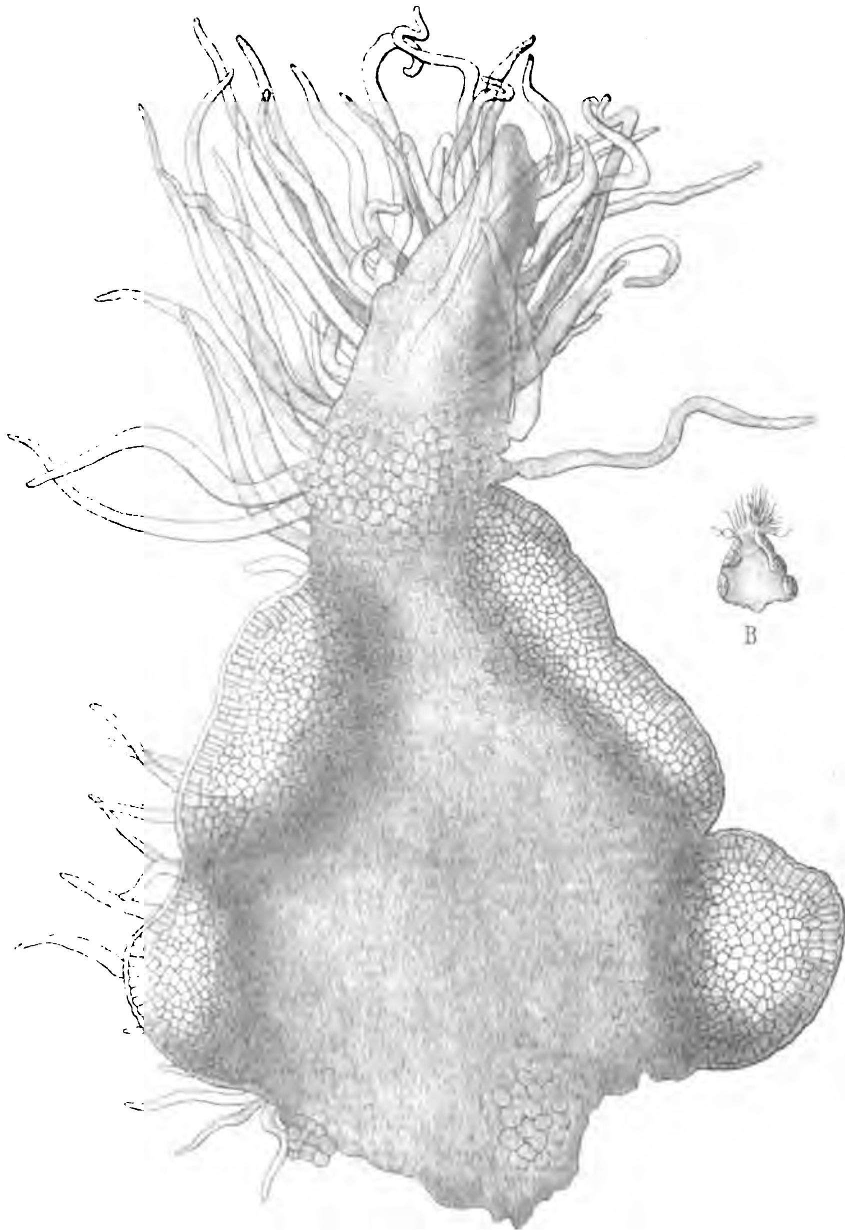
19 unbefruchtet entwickelte Keime

Haist gez.



1-9. Kelchblätter. 11-16. Keime

1.



Kelchblatt.

Lith. Jnst. v. A. Henry in Bonn

BOTANISCHE ABHANDLUNGEN

AUS DEM GEBIET

DER MORPHOLOGIE UND PHYSIOLOGIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. JOHANNES HANSTEIN,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT BONN.

DRITTER BAND.
VIERTES HEFT.

Entwicklungs-Vorgänge bei Pistia Stratiotes und Vallisneria spiralis
von Ernst Kubin und Dr. Joseph Franz Müller.

BONN,
BEI ADOLPH MARCUS.
1878.

ENTWICKLUNGS-VORGÄNGE

BEI

PISTIA STRATIOTES

UND

VALLISNERIA SPIRALIS

VON

ERNST KUBIN und Dr. JOSEPH FRANZ MÜLLER.

MIT 9 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BONN,

BEI ADOLPH MARCUS.

1878.

Vorbemerkung.

Das vorliegende Heft der botanischen Abhandlungen enthält zwei entwicklungsgeschichtliche Arbeiten aus dem Verwandtschaftskreis der monokotylischen Wasserpflanzen, deren erste im hiesigen botanischen Institut im Sommer 1873, die zweite im Sommer 1875 vollendet worden ist. Die Veröffentlichung derselben in vorliegender Form hat sich zwar allerlei Missstände wegen lange verzögert, doch ist ihre damalige vorläufige Abfassung so gut wie gar nicht in die Oeffentlichkeit gedrungen, und da sie auch inzwischen durch andere Arbeiten über ähnliche Gegenstände (zumal auch durch die an vortrefflichen Ergebnissen reiche Beobachtungsreihe Hegelmayer's, die unten weiter zu erwähnen ist) nicht antiquirt sind, so wird es nicht überflüssig erscheinen, wenn beide auch erst jetzt dem botanischen Publikum dargeboten werden.

Der Verfasser der ersten Abhandlung, über Pistia, Ernst Kubin aus Wien, Sohn eines hohen Staatsbeamten daselbst, hatte seine dort begonnenen botanischen Studien hierselbst vollendet und dies in einer vom Unterzeichneten ihm vorgeschlagenen Untersuchung über Pistia bethätigt. Er hat sich während dieser Bearbeitung demselben durch seine hohe Begabung für naturwissenschaftliche Forschungen eben so sehr wie durch seinen selten liebenswürdigen und dabei doch ernst männlichen Charakter überaus werth und lieb gemacht, so dass die Herausgabe seiner Arbeit, abgesehen von den werthvollen Ergebnissen, die sie bietet, schon als ein Act der Pietät gegen den seiner wissenschaftlichen Laufbahn leider schon an deren Beginn wieder Entrissenen geboten erscheint. Indem Unterzeichneter diese Pflicht jetzt erfüllt, wird es ihm gestattet sein, der wärmsten Sympathie für den so jung Abgeschiedenen und der Trauer über seinen Verlust für unsere Wissenschaft einen lebhaften Ausdruck zu geben.

Kubin hat nur eine sehr knapp gefasste Darstellung seiner Ergebnisse hinterlassen, welche indessen zum Glück durch eine Anzahl sehr genauer meist mikroskopischer Darstellungen sehr gut erläutert ist. Der Verfasser der zweiten hier vorgelegten Abhandlung, über Vallisneria, hat sich nun der dankenswerthen Mühe unterzogen, die zur Veröffentlichung passendsten Figuren des Kubin'schen Nachlasses noch einmal zu durchmustern und in vervollständigter Reihe in den Text Kubin's einzuordnen, und diesen zugleich mit einer historischen Einleitung und sonstigen vergleichenden und ähnlichen Bemerkungen zu versehen. In dieser Redaction durch Hrn. Dr. Jos. Müller liegt die Arbeit E. Kubin's nunmehr hier vor.

Die eigene Arbeit von J. Müller behandelt einen so vielfach verwandten Gegenstand in einer im Ganzen so übereinstimmenden Weise und mit so ähnlichen Ergebnissen, dass es dem Herausgeber nicht unangemessen schien, beide Abhandlungen in diesem einen Heft gemeinschaftlich zur Veröffentlichung zu bringen.

Poppelsdorf, im März 1878.

Johannes Hanstein.

DIE ENTWICKLUNG

VON

PISTIA STRATIOTES

VON

ERNST KUBIN.

MITGETHEILT VON

DR. JOSEPH FRANZ MÜLLER.

(AUS BONN.)

Pistia Stratiotes.

Die gesammte ältere Literatur, welche die Gattung Pistia zu ihrem Gegenstande hat, besteht in nichts als einer Reihe meist kurzer Notizen, die in verschiedenen Werken zerstreut sind. Der Inhalt dieser Notizen beschränkt sich fast lediglich auf Angaben über die äussere Gliederung und die systematische Stellung der betreffenden Pflanzen.

Klotzsch, welcher seine Abhandlung „Ueber *Pistia*“ [1]) zu angegebener Zeit veröffentlichte, hat vorzugsweise das Verdienst, das bis dahin gelieferte Material gesammelt und kritisch gesichtet zu haben. Die Angaben, welche hier und dort sich vorfanden, das von Reisenden gesammelte Material, die vorhandenen Abbildungen u. s. w. sind von ihm einer genauen Prüfung und Durchmusterung unterzogen und historisch vorgeführt worden. Nachdem im ersten Theile der genannten Arbeit noch der allmähliche Entwicklungsgang der Systematik der *Pistiaceen* mit genauer Angabe der Quellen dargestellt ist, folgt eine Behandlung der Organisation der Pflanzen und die verschiedenen Ansichten der Botaniker über die Deutung ihrer zusammengesetzten Organe, von welcher die Feststellung der Arten und Gattungen und deren Unterbringung im System abhängig ist.

Den Schluss der Arbeit bildet eine systematische Synopsis der bis dahin unter dem Namen *Pistia* bekannt gewordenen Pflanzen. Nach der Anzahl der Samen in einer Beere, der Beschaffenheit des Samens, der Zahl der Antheren, nach dem Umstande, ob der Spadix den Antherenwirtel überragt oder nicht, werden von Klotzsch drei Gattungen

---

1) Abhandlungen der Berliner Akademie 1853.

unterschieden: *Apiospermum*, *Limnonesis* und *Pistia*. Die Arten, deren er von *Pistia* allein 17 aufstellt, sind charakterisirt nach der Form des sogenannten weiblichen Perigoniums, dann aber auch nach den habituellen Eigenthümlichkeiten aller übrigen Organe. Die 15 Jahre später erschienene Abhandlung von Kaufmann[1]), „Ueber *Pistia texensis* Kl.", behandelt noch die Entwicklungsgeschichte der Pflanze und zwar insbesondere die des Blüthenstandes und der Blüthen.

Die in Rede stehende Gattung besitzt, wie bekannt, sexuelle Organe, welche, zum Theil mit einander verwachsen, von einer gemeinsamen Scheide umgeben sind. Perigone fehlen nach der Ansicht einiger Botaniker ganz; jedenfalls sind in den Anhängseln des Spadix nur ganz rudimentäre Andeutungen derselben vorhanden. Diese Umstände, in Verbindung mit der nach der Species schwankenden Zahl der in einem Kranze um den obern Theil des Kolbens angeordneten Antheren oder (nach Anderen) männlichen Blüthen, sind die Ursache eigenthümlicher systematischer Verhängnisse gewesen: *Pistia* hat zunächst im Sexualsysteme ihren Platz in der *Gynandria*, *Monoecia*, *Octandria*, *Monadelphia* angewiesen bekommen; nicht besser erging es ihr im natürlichen Systeme, in welchem sie von Jussieu zu den *Hydrocharideen*, von Späteren zu den *Aroideen* und zuletzt zu den *Lemnaceen* gezählt wurde.

Nach Klotzsch's Ausführung der besprochenen Abhandlung, ist die Familie der *Pistiaceen* als eine unabhängige, den *Aroideen* analoge zu betrachten, welche sich typisch den *Lemnaceen* nähert.

Die Art *P. Stratiotes*, mit deren Untersuchung die folgende Abhandlung sich speciell beschäftigt, kann im Ganzen als die von Klotzsch enger umgrenzte[2]) betrachtet werden, um so mehr als die Entwicklungsgeschichte, bei den verhältnissmässig geringen morphologischen Unterschieden der Arten unserer Familie wohl für alle die-

---

1) Mém. de l'acad. de St. Petersb. T. XI.

2) Foliis obovatis octonerviis, apice dilatatis, margine leviter repandis, inferne cuneatim longe attenuatis, sessilibus, hirtis, area pulvinata, magna, saepissime paginam inferiorem obducente instructis, nervis subramosis in pagina inferiore inconspicuis, pubescentibus; spathis lutescentibus, extus pubescentibus; perigonio foemineo reniforme, margine crenulato; stolonibus glabris, laevibus. Folia 3—4 pollices longa. apice $1^1/_2$—$2^1/_2$ poll., infra medium 8—11 lin. lata.

selbe sein wird und somit auf kleine Abweichungen von der Klotzsch-schen Diagnose weniger Gewicht zu legen sein würde.

Was nun die Entwicklungsgeschichte der *Pistiaceen* betrifft, so war die vegetative Entwicklung, bis zur Abfassung des Kubin'schen Manuscriptes wenigstens, noch nicht zum Gegenstande genauer Untersuchung gemacht worden; Beobachtungen der Befruchtung, namentlich aber der Keimentwicklung von der befruchteten Eizelle an, waren noch gar nicht angestellt worden, wenn wir von einigen Angaben über die gröberen Verhältnisse absehen, die von Klotzsch zusammengestellt und gesichtet worden sind.

Eine genauere Untersuchung dieser so interessanten Pflanze in Bezug auf die noch nicht aufgeklärten Vorgänge in ihrer Entwicklung versprach nun, nicht ohne lohnende Ergebnisse zu bleiben, und machte sich der Verfasser der nachfolgenden Darstellung daher an diese Arbeit, deren Ergebnisse er Anfang August 1873 vorlegte.

Inzwischen hat indessen F. Hegelmayer [1]) im Jahre 1874 in der botanischen Zeitung eine ausführliche und ergebnissreiche Arbeit zumal über die vergleichende Embryologie der *Monokotylen* veröffentlicht, welche sich auch über mehrere Perioden der Entwicklung von *Pistia* verbreitet, und theils zu denselben oder sehr ähnlichen, theils zu ergänzenden Resultaten gelangt, manche interessante Puncte der Kubin-schen Untersuchungen aber auch unerledigt gelassen hat.

Diese Arbeit Hegelmayer's, welche hiernach zwar später vollendet, aber doch früher veröffentlicht ist, verdient daher hier in allen Vergleichs- und Ergänzungspuncten besonders in Betracht gezogen zu werden, während dabei auf ihr mehr eingehendes Studium verwiesen werden mag. Ausser *Pistia* werden von Hegelmayer a. a. O. *Sparganium ramosum* und *Triticum vulgare* bezüglich der in der Ueberschrift angedeuteten Puncte untersucht und dabei eigenthümliche Verschiedenheiten von dem Verhalten anderer, namentlich von Hanstein [2]) untersuchter *Monokotyledonen* constatirt; Letzteres gilt besonders von der Entwicklung der Keimwurzel und der ersten Stengelblätter dieser Pflanzen.

---

1) Fr. Hegelmayer, Zur Entwicklungsgeschichte monokotylischer Keime nebst Bemerkungen über die Bildung des Samendeckels. Bot. Ztg. 1874 Nr. 39 S. 631.

2) Diese Abh. Heft I.

Von *Pistia* selbst kommen bei der Untersuchung Hegelmayer's folgende Puncte in Betracht: Zunächst die Keimentwicklung, welche von den ersten Theilungen der befruchteten Eizelle an bis zur Samenreife durchgeführt wird.

Die Resultate dieses Abschnittes sind im Ganzen nicht verschieden von denen, welche in folgender Arbeit bezüglich der Keimentwicklung sich ergeben haben; die beiden Darstellungen ergänzen sich gegenseitig. In der Beobachtung des Keimes von dem Puncte an, wo er mehrgliedrig wird, sind jedoch nach dem Erscheinen von Hegelmayer's Arbeit noch einige Lücken übrig geblieben; dieselben können durch die vorliegende als ausgefüllt betrachtet werden.

Differenzen, welche sich bei der Darstellung der ersten Blattanlagen am Keime herausstellen, sollen an der betreffenden Stelle im Folgenden näher hervorgehoben werden.

Ferner bespricht Hegelmayer die Bildung der ersten Wurzel, die Zeit der Anlage und ihren Ort, ebenso den Bau dieser Wurzel im ausgewachsenen Keime und knüpft daran eine Discussion über die Entwicklungsgeschichte der Keimwurzeln. Es bleibt dabei der Bildungsmodus der besprochenen Wurzel bei *Pistia* jedoch noch unbestimmt [1]).

Die Darstellung Kubin's gibt nun, wenngleich in gedrängter Form, eine vollständige Entwicklungsgeschichte der Wurzel und das an der betreffenden Stelle Gesagte in Verbindung mit den Abbildungen aller Stadien der Entwicklung derselben reicht hin, die von Hegelmayer offen gelassene Frage endgültig zu entscheiden.

Vollständiger ist bei dem genannten Verfasser das Bild der Keimung selbst; es wird aber auch hier das „Hervorgehen der ersten Gliederungen des Keimes aus einander“ ohne eigentlichen Vegetationspunct (bis zum 7. bis 8. Blatte) besonders betont.

Ueber die Samenbildung, welche Hegelmayer ausführlich behandelt, mit besonderer Berücksichtigung des Operculums, finden wir im Folgenden nur wenige Bemerkungen, so dass also auch am be-

---

1) H. sagt, dass es bei der geringen Grösse der Zellen des Meristems des Keiminnern, zumal in der bezüglichen Gegend, ihm nicht möglich gewesen sei, von der Art der Zellvermehrung, mit welcher die Entwicklung der fraglichen Wurzel verbunden ist, eine genauere Kenntniss zu bekommen etc.

treffenden Orte auf die Resultate des gleichzeitigen Beobachters Bezug genommen wird.

Ausser den genannten auch von Hegelmayer bearbeiteten Partien hat Kubin die vegetative Entwicklung der erwachsenen Pflanze zum besonderen Gegenstande seiner Untersuchung gemacht, ebenso einige noch fragliche Puncte in der Entwicklungsgeschichte der Blüthenstände bei *Pistia* aufzuklären gesucht.

Hiernach sollen nun die in Kürze zusammengestellten Ergebnisse Kubin's folgen, wie sich ihm dieselben bei der Vegetation der *Pistia Stratiotes* des hiesigen botanischen Gartens ergaben, welche sich hier während des Sommers 1873 in einem Wasserbecken mit *Pontederia crassipes*, *Trapa natans* und anderen Wasserbewohnern zusammen einer sehr lebhaften Vegetation erfreute. Bis auf die nothwendigen zwischengeschobenen Bemerkungen[1]) lassen wir jetzt einfach den von Kubin selbst abgefassten Bericht folgen.

1. Anatomie der erwachsenen Pflanze.

Die erwachsene Pflanze besitzt einen gedrungenen, rundlichen oder birnförmigen Stamm, der oben flach gewölbt, nach unten in die Rudimente des Stolo, aus dem er sich entwickelt hat, verschmälert ist. Internodien kommen nicht zur Entwicklung; die Blätter stehen dicht gehäuft, nach $^3/_8$ Stellung in kohlkopfartigen Rosetten. Zwischen ihnen befinden sich dünne, durchsichtige, unregelmässig zerrissene Häutchen; in ihren Achseln stehen je ein Blüthenstand und eine Laubknospe, die sich später zum Stolo ausbildet. Am Grunde der in verschiedener Länge entwickelten Blattstiele entspringen lange, tief ins Wasser reichende Beiwurzeln mit zahlreichen Seitenwurzeln. Das Grundgewebe des Stammes lässt eine Scheidung in Mark und Rinde nicht wohl zu, indem der geringe Unterschied der peripherischen und centralen Zellen durch den allmählichen Uebergang verwischt wird.

Der Verlauf der Gefässbündel im Stamme ist ein so wirrer, dass sich nur in ganz allgemeinen Zügen eine Gruppirung derselben vornehmen lässt; sie wird noch dadurch erschwert, dass schlechterdings

---

1) Diese zugefügten Bemerkungen stehen zwischen eckigen Klammern: [ ].

keine individualisirten Gefässbündel vorhanden sind, sondern nur einzelne, oft winkelig gebogene Gefässe, von einigen prosenchymatischen Zellen umgeben, von denen mehrere auf kurze Strecken nebeneinander laufen, um sich alsbald wieder zu trennen und sich mit andern, in anderer Richtung streichenden Gefässen zu vergesellschaften. Die Gefässstränge zerfallen in zwei Gruppen, von denen die eine die Hauptmasse der Blattspuren, die andere die dem Stamme selbst eigenen und die zu den Wurzeln ausbiegenden Gefässbündel umfasst; zwischen beiden Gruppen finden aber zahlreiche Anastomosen Statt. Die Blattspuren kommen aus den Blättern in tangentiale und radiale Reihen geordnet, geben diese Regelmäsigkeit im Stamme sofort auf und beschreiben grosse Curven durch das Innere, deren weitere Verfolgung unter dem Mikroskope nicht thunlich erscheint. Die zu der andern Gruppe gehörigen Stränge sind dadurch ausgezeichnet, dass sie trotz ihres im Einzelnen noch regellosen Verlaufes doch zu fester geschlossenen Gesellschaften sich vereinigen, welche den Stamm in horizontaler Richtung durchziehen und Curven bilden, die mit dem Stammumfange concentrisch sind. Da sich solche Ringe oder Bruchstücke von Ringen in jeder Horizontalebene des Stammes finden, so schliessen sie zu einem Systeme zusammen, das etwa der Mantelfläche eines umgekehrten Kegels entspricht und das nur dort unterbrochen erscheint, wo die Blattspuren in die Blätter ausbiegen. Weiter ist noch charakteristisch, dass diese Mantelfläche, deren äussere Begrenzung eine sehr scharfe ist, hier von einer Schutzscheide umgeben ist, die sich in die der Wurzeln direct fortsetzt und an allen Unterbrechungsstellen nach innen biegt, ohne jedoch tiefer einzudringen. Die den Wurzeln angehörigen Gefässbündel setzen sich unmittelbar an die horizontalen Curven an und treten erst vermittelst dieser in Beziehung zu den Blattspuren. Im Blatte selbst sind die Gefässbündel in vier tangentiale Reihen angeordnet, deren einzelne Glieder einander entsprechen. Den Gefässbündeln der beiden äusseren Reihen, welche in den auf der Ober- und Unterseite des Blattes stark vorspringenden Nerven verlaufen, sind nach aussen Stränge spindelförmiger, collenchymatisch verdickter Zellen vorgelagert, die an der Insertionsstelle des Blattes aufhören. Die Ober- sowie die Unterseite des Blattes trägt Spaltenöffnungen, von denen die der Oberseite in die Intercellularräume des chlorophyllführenden Gewebes, die der Unterseite direct in die grossen

Hohlräume führen, die nur durch einschichtige Diaphragmen getrennt, die Hauptmasse des Blattes ausmachen und die untere Hälfte der Blattrückseite zu einem dicken Polster auftreiben.

Die Beiwurzeln bestehen aus einem centralen Cylinder, der seiner Hauptmasse nach von einem Gefässbündel eingenommen wird, in welchem grosse, aus den ersten Gefässen hervorgegangene Intercellularräume von engen, verschiedenartig verdickten Gefässen umgeben, am Umfange stehen. Eine wohl charakterisirte Schutzscheide umgibt diesen soliden Kern. Die äussere Rinde bildet um ihn einen locker abstehenden Hohlcylinder, dessen Verbindung mit dem Centralkörper durch radial gestellte, einschichtige Wände vermittelt wird. In den Seitenwurzeln erlangt der Centralcylinder nur eine sehr geringe Entwicklung; die Schutzscheide umschliesst nur einzelne oder gepaarte Gefässe, von prosenchymatischen Zellen umhüllt. Zwischen ihm und der Rinde treten langgestreckte, luftführende Spalten auf; die Wurzelhaube wird frühzeitig abgestossen und vegetirt die Wurzelspitze im Wasser ohne sie weiter.

Da ich in dieser Zusammenstellung der allgemeinen Resultate auf die Entwicklung der Wurzeln nicht näher eingehen will, soll hier noch bemerkt werden, dass alle jungen Wurzeln Chlorophyll enthalten und dass bei den noch im Muttergewebe des Blattgrundes eingeschlossenen Beiwurzeln die Zellen der Haube mit schleimigen Substanzen erfüllt sind. Die dadurch hervorgerufene Turgescenz bewirkt, in Verbindung mit der gewölbeartigen Anordnung der Zellen, dass die Haube nur nach aussen drückt, der jungen Wurzel den Weg bahnt, ohne das Meristem des Vegetationspunctes zu pressen.

Ueber die Anatomie des erwachsenen Blüthenstandes (der, wie schon vorbemerkt, aus einer weiblichen und mehreren in einen Quirl gestellten männlichen Blüthen besteht) bleibt mir nach den Ausführungen Klotzsch's und Kaufmann's nur wenig zu sagen übrig, was ich bei der entwicklungsgeschichtlichen Skizze einschalten will.

2. Aufbau aus dem Vegetationspuncte, Entwicklung der Blätter und Sprosse.

Nicht nur zur Orientirung über die gegenseitige Stellung der Organe an der Pflanze, sondern auch zur Verfolgung ihrer einzelnen Entwicklungsphasen empfiehlt sich ein Querschnitt durch den Vegetationspunct oder wenigstens dicht unter demselben (die beigefügte Skizze Taf. 1 Fig. 9 ist eine halbschematische Darstellung eines solchen), da er bei der schwachen Krümmung des Stammscheitels eine grosse Zahl aufeinanderfolgender Blätter nebst ihren Anhangsorganen und Achselproducten überblicken lässt. Die Blätter (in der Fig. bl^1—bl^4), deren Insertionspuncte sich leicht durch eine normale Spirale mit $^3/_8$ Divergenz verbinden lassen, stehen auf dem nach ihrer Mediane gezogenen Radius nicht senkrecht, sondern schief, so dass der stumpfe Winkel an die anodische Seite zu liegen kommt. Nach derselben Seite aus der Mittellinie gerückt erscheint in der Blattachsel ein Blüthenstand (in der Fig. J^1—J^4), noch weiter nach aussen ein Laubspross. Zwischen Blatt und Blüthenstand zeigt sich ein dünnes Häutchen, das ich mit dem neutralen Namen eines secundären Blatthäutchens (secundäre Ligula, in der Figur sec. lig.) bezeichnen will. Vor Blatt und Blüthenstand steht ein ähnliches, gewöhnlich etwas stärker entwickeltes Häutchen, das alle nächst jüngeren Organe des Hauptsprosses umfasst und kappenartig bedeckt; es möge den Namen primäre Ligula, pr. lig., führen. Ein Längsschnitt durch den Vegetationspunct selbst zeigt oberhalb jeder seitlichen Sprossung unter dem immer deutlich differenzirten Dermatogen zwei gut erkennbare Periblemcurven (1, 3b). Die darunter liegende Zellmasse lässt gewöhnlich eine solche Regelmässigkeit nicht mehr erkennen. Wo innerhalb der Blüthenregion (nur von dieser war im Vorhergehenden die Rede) ein Blatt mit seinen Achselproducten sich entwickeln soll, tritt zuerst ein dreikantiger, breit gezogener Wulst auf, der bald so an Grösse zunimmt, dass er fast dem übrig bleibenden Theile des Vegetationskegels an Volumen gleichkommt und die Grenze zwischen beiden nur durch eine seichte Einkerbung bezeichnet wird. [Die Figur 2 der 1. Tafel zeigt an der linken Seite des Vegetationskegels v dass in Rede stehende Blastem

βλ in jugendlichem Alter. Man sieht, wie diese Partie von den primären Ligulargebilden der beiden jüngsten Blätter überdeckt wird.] Die Anordnung der Zellen deutet aber darauf hin, dass eine eigentliche Theilung des Vegetationskegels, der gleichzeitig auch etwas zur Seite geschoben wird, nicht Statt hat, sondern dass sich der Wulst hauptsächlich aus den beiden Periblemschichten, durch deren anfänglich tangentiale, dann mehr allseitige Zelltheilungen entwickelt. In der Mitte bleibt die Einkerbung seicht, zu beiden Seiten wird sie durch das relative Wachsthum von Wulst und Vegetationskegel tiefer, namentlich an der anodischen Seite. Durch sie wird als ein seitliches Epiblastem eine Zellmasse abgeschieden, die sich später erst in Blatt, Blüthenstand und primäre Ligula differenzirt.

Zuerst tritt der Blüthenstand als ansehnlicher Höcker hervor und zwar dort, wo die oben erwähnte Einkerbung am seichtesten blieb; rasch aufeinander folgende gleichgerichtete Theilungswände in seinem Zellgewebe erzeugen parallel mit seiner vorwiegenden Wachsthumsrichtung verlaufende Reihen, die oben in vorläufig noch schlecht ausgesprochenen Curven zusammenschliessen. [In diesem Zustande der Differenzirung befindet sich der 1, 3a und b abgebildete Scheitel: An der einen Seite desselben erblickt man den nicht genau median durchschnittenen und daher etwas niedrigen Vegetationspunct v mit seiner Dermatogenschicht und den beiden besprochenen Periblemlagen. Bei der Inflorescenz J an der andern Seite aber, die sich eben nebst dem Tragblatte Bl aus dem zuerst angelegten Podium herausdifferenzirt hat, sind ziemlich deutlich Zellreihen wahrzunehmen, deren äussere zu Periblem-Curven sich vereinigen.] Unterhalb des Blüthenstandes wird die Anlage des Tragblattes sichtbar, in welcher anfänglich eine Regelmässigkeit der Zelltheilungen nicht zu erkennen ist. Die primäre Ligula (1, 1 und 1, 4) tritt nun vor dem Blüthenstande am deutlichsten zuerst dort auf, wo die Einkerbung zwischen Vegetationshügel und Epiblastem am tiefsten ist, also an der anodischen Seite und greift von hier auch auf die kathodische Seite hinüber; hier aber tritt die Sonderung des Tragblattes und der primären Ligula aus ihrem gemeinschaftlichen Grunde erst viel später auf, wie dies ein Blick auf die Figur 1 zeigt, in welcher der Vegetationspunct mit v, die zuletzt gebildete Inflorescenz mit J_8, das Tragblatt mit bl^8 und die primäre Ligula mit pr. lig.^{8} bezeichnet sind. [Bei der gezeichneten Ansicht kommt

auch noch das Grössenverhältniss des Epiblastems in erster Entwicklung und des Scheitels zur Anschauung. Ferner gewährt uns dieselbe gleichsam den Anblick der relativen Wachsthums-Energie, mit der die Organe gefördert werden. Erst bei dem Complex der Organe bl[1], J[1], pr. lig.[1] und sec. lig.[1] ist die Trennung derselben eine vollständige; bei bl[2] und pr. lig.[2] dagegen sieht man noch vollständig den Zusammenhang derselben.] Das obere Ende der Blüthenstandsanlage bekommt bald eine schief gewölbte Form 1, 4; an der der Hauptaxe zugekehrten, relativ höchsten Stelle leiten Theilungen in den Periblem-Schichten die Bildung der Spatha ein. Wenn diese schon deutlich als schief von innen nach aussen herablaufende Wulst sichtbar ist, tritt zwischen Tragblatt und Inflorescenz die secundäre Ligula auf, welche dort, wo Blatt und Blüthenstand dicht aneinander stossen, ersichtlich aus dem Dermatogen des Blattes, rechts und links davon aber aus dem neutralen Boden des Blattgrundes entsteht.

[Man vergleiche hierzu 1, 5, welche den radialen Längsschnitt durch eine junge Inflorescenz, ihr Tragblatt und die primäre Lig. darstellt. Die Anlage der Spatha Sp. greift an der Innenseite (auf das Tragblatt zu) noch nicht zusammen; die Basis des Blattes zeigt die Anlage der secundären Ligula als schwache Erhebung.] (sec. lig.)

Sowohl dies letztgebildete Ligular-Häutchen als auch das primäre bestehen anfänglich nur aus zwei Zellschichten, die sich aus einer peripherischen Scheitelzellreihe durch gegen einander geneigte Wände abtheilen. [Vergl. die Figur 2, 6, die ein Blatt mit junger Ligula im Längsschnitt darstellt, sowie die Querschnitte solcher Ligular-Bildungen 1, 7 und 4, 5.] Letztere gehörten zu den Blättern 1, 8 und 4, 4.

Durch intercalare Theilungen werden die Blatthäutchen stellenweise mehrschichtig; im ausgebildeten Zustande erreichen sie eine ziemliche Grösse ohne besondere Consistenz und enthalten sogar schwache Gefässbündel.

In den Blattanlagen sind die ersten Theilungen, wie erwähnt, scheinbar regellos; es werden selbst tangentiale Dermatogen-Theilungen zu Hülfe gezogen, um regelmässigere Curven einzuleiten. Später jedoch spricht sich im Wachsthum des Blattrandes, wo die wesentlichen Gewebedifferenzirungen eingeleitet werden, eine bestimmte Regel aus. Alle Zellen, welche ein Längsschnitt (wie z. B. 2, 4a und b) innerhalb des Dermatogens zeigt, gruppiren sich gegen den Blattrand in

drei gleichlaufende Reihen, von denen die zwei der Rückseite angehörigen (in der Fig. mit U bez.) sich kurz vor der Spitze mit einander vereinigen. Die beiden so resultirenden Reihen weisen auf eine Initiale als ihren gemeinschaftlichen Ursprung hin. Aus der an der Blattoberseite (O) hinlaufenden Zellschicht, die lange Zeit ungetheilt bleibt, werden die zwei bis drei Lagen Chlorophyll führender Zellen, aus den beiden Schichten der Blattunterseite wird das gesammte Mesophyll und auch die Gefässbündel gebildet, deren erste Procambiumstränge zunächst der Rückseite des Blattes differenzirt werden. (Vergl. 2, 8.) 2, 5 zeigt dasselbe auf dem Querschnitt.

Was die weitere Ausbildung des Blüthenstandes anbelangt, so ist dieselbe schon von Kaufmann (a. a. O.) in ihren wesentlichen Zügen richtig zur Darstellung gebracht worden. Dass das einzelne Ovarium, welches innerhalb der Spatha, am Grunde des Spadix ohne irgend welche Hüllorgane zur Entwicklung kommt, als nackte weibliche Blüthe aufzufassen sei, ist jedenfalls richtig. Für seine weiteren morphologischen Ansichten, dass das eine Fruchtblatt, welches das Ovarium bildet, in seiner Achsel einen rudimentären Spross entwickle, der zur axilen Placenta werde und dass es diesen selbst umfasse, spricht die Entwicklungsgeschichte wenig. Was diese bietet, ist Folgendes: Die Wölbung, in welcher der Vegetationspunct der Inflorescenz oben endigt (vergl. 1, 5), wird schiefer und schiefer (2, 1), der Ort der grössten Wachsthumsenergie rückt dabei immer höher, so dass sich das obere Ende zu einem stumpfen Kegel (2, 2), dem freien Theile des Antheren tragenden Spadix umgestaltet, während der mittlere Theil einseitig bauchig bleibt. Unterhalb dieser bauchigen Anschwellung beginnt dann das Fruchtblatt aufzutreten und greift dann nach oben um diese herum. [In diesem Stadium der Entwicklung befindet sich das Ovarium der 1, 6 gezeichneten jungen Blüthe.] Diesen Verhältnissen scheint mir die andere, von Kaufmann[1]) verworfene

1) Kaufmann a. a. O. S. 4 sagt: „Ist der Vegetationskegel des Blüthenstandes an dessen Scheide ein Stück hinaufgerückt, so bildet sich unterhalb desselben die Anlage des Stempels. Letzterer erscheint jetzt als ein ringförmig gebogenes Blatt, welches schon in diesem Stadium eine kleine Erhabenheit umgibt, die man nicht anders als die Anlage einer Achselknospe deuten kann" etc. und S. 5: „Noch entschiedener würde für die oben angeführte Deutung der Stempelanlage solch ein Entwicklungsstadium sprechen, wo von der Achsel-

Ansicht besser Rechnung zu tragen, es sei das ganze Ovarium als Seitenspross aufzufassen, dem freilich das Tragblatt fehle. Da aber bis jetzt an verwandten Pflanzen ähnliche Vorkommnisse nicht beobachtet wurden, die zur Vergleichung dienen könnten, lässt sich ein absprechendes Urtheil nicht wohl fällen.

Unzweifelhaft erscheint hingegen wieder die Deutung des kleinen Blättchens am freien Theile des Spadix, das in mancherlei Formen, nach Individuen wechselnd, zur Ausbildung kommt, als Hochblatt, und ebenso die der einzelnen Antheren, die in schwankender Zahl auftreten, als ebenso vieler männlicher Blüthen. Bei den Anlagen der Antheren (1, 6 und 2, 3) lässt sich vollkommen klar ihre Entstehung aus der äussersten Periblemschicht nachweisen. Eine Reihenfolge in dem Auftreten der einzelnen Anlagen konnte ich nicht bemerken; sie zeigen sich vielmehr simultan als spitze Höcker rings um das Ende des Kolbens. In ihrer äussern Differenzirung eilen sie dem Ovarium anfänglich rasch voran, dessen Griffel (aus dem oben ringsum zusammengezogenen Carpidium gebildet) noch eine kurze weite Röhre bildet, während in den Antherenfächern die Pollenmutterzellen schon vollständig differenzirt sind.

Die Ovula erscheinen auf der ganzen Oberfläche der Placenta gleichmässig vertheilt; gewöhnlich sind die in der Mitte stehenden weiter entwickelt, als die seitlichen (basipetale Folge). Sie bilden sich hauptsächlich aus dem Dermatogen der Placenta, mit Zuhülfenahme der zunächst angrenzenden Zellschicht. Vor der Anlage der Integumente stellen sie schmale, walzenförmige Körper vor, welche aus wenigen Längsreihen [auf dem Längsschnitt erscheinen innerhalb des Dermatogens gewöhnlich nur drei] aufgebaut sind. Die Endzelle der axilen Reihe zeigt sich frühzeitig als Embryosack; zur Zeit der ersten Theilungen, zu Gunsten des innern Integumentes, hat sie durch starkes Wachsthum den Scheitel des Knospenkernes innerhalb des Dermatogens für sich allein eingenommen [1]). Die beiden Integu-

---

knospe noch keine Spur vorhanden ist, und die Anlage des Carpellarblattes dem Vegetationskegel der Hauptachse näher gerückt ist. — Solch ein Stadium zu beobachten, ist mir leider nicht gelungen, da das Carpellarblatt und seine Achselknospe fast gleichzeitig zu entstehen scheinen.“

1) Ausser der centralen Reihe, deren Endzelle zum Embryosacke wird, besitzt das junge Ovulum also noch zwei peripherische Schichten. Hofmeister

mente entstehen bloss aus dem Dermatogen und bauen sich aus einem Ringe von Scheitelzellen durch geneigte Theilungswände zweischichtig auf. Das innere Integument bleibt in seinen seitlichen Theilen so dünn, und verdickt sich nur in seinem obern Theile, der über den Knospenkern vorsteht [und eine feine Röhre bildet] [1]). Das äussere Integument wird durch intercalare Theilungen bedeutend dicker, schwillt auch an seinem obern Ende stark an und schliesst über dem ersten bis auf einen engen Kanal. Der Mikropylentheil beider Integumente zeigt eine eigenthümliche Zellstructur, die am besten durch die Zeichnung 4, 2 veranschaulicht wird [wie überhaupt die zuletzt auseinandergesetzten Verhältnisse daran vollständig zu übersehen sind]. Da das innere Integument dicht unter dem Embryosack entsteht, und dieser schon jetzt eine ziemliche Grösse besitzt, so besteht der Knospenkern im Wesentlichen aus diesem und der Dermatogenschicht. In letzterer treten mehr oder weniger häufig tangentiale Theilungen ein, aber bald wird das ganze seitliche Gewebe von dem Embryosacke verdrängt.

[Der Funiculus zeigt nach der oft genannnten Arbeit Hofmeister's nicht die geringste Krümmung. Nach ihm ist dies Regel bei den *Orchideen*, kommt aber sonst noch vor bei *Arum*, *Calla*, *Carex* und den einsamigen *Pontederiaceen*.]

Das ganze Innere des Fruchtknotens wird von einem äusserst zähen Schleim erfüllt, der seine Entstehung wahrscheinlich den Zotten verdankt, welche in dichten Büscheln rings um die Placenta stehen.

Es erübrigt noch, einige Worte über die Laubsprosse zu sagen, deren seitliche Stellung oben schon erwähnt wurde. Sie treten viel später auf als die entsprechenden Blüthenstände, haben von Anfang an eine stark konische Gestalt und erscheinen unter dem Drucke der überstehenden, schon weit entwickelten primären Ligula und der von ihr eingeschlossenen Organe nach aussen geneigt. Das erste Blatt,

---

gibt an, dass diese beiden „augenscheinlich durch Theilung einer einfachen Zellschicht entstanden“ seien, und führt als Beispiele neben *Pistia* noch folgende Monokotylen an: *Canna Selloi*, *Arum maculatum*, *Allium odorum*, *Funkia caerulea*, *Crocus vernus*, *Iris pumila* und *Paris quadrifolius*. (Neue Beitr. II S. 663.)

1) Als monokotyle Pflanze, bei der wie hier beide Integumente zu einem feinen Canal schliessen, nennt Hofmeister nur noch *Pothos penthaphylla*.

welches sich an diesem Sprosse entwickelt [vergl. die Skizze des Grundrisses], ist ein Niederblatt, das mit seiner Mediane dem Muttersprosse zugekehrt ist. Es umfasst den ganzen Spross und seine Ränder greifen übereinander, ohne jedoch zu verwachsen; in seiner Struktur (2, 7) ist es den Ligulargebilden sehr ähnlich, und es betheiligt sich an dem Aufbau seiner verhältnissmässig starken Basis ausser dem Dermatogen auch noch Periblem. In der Achsel dieses Blattes, in welchem keine Gefässbündel zur Entwicklung kommen, wird, aber erst spät, wieder ein Laubspross angelegt und ausgestaltet. Gegenüber dem besprochenen Niederblatte, jedoch nicht genau opponirt, tritt das erste Laubblatt des Sprosses auf, dem dann die übrigen in immer kleineren Divergenzen folgen, bis die $^3/_8$ Stellung erreicht ist. In den Achseln der drei ersten Blätter treten noch keine Blüthensprosse auf; mit ihnen entfällt auch das Auftreten der secundären Ligula, wodurch der Entwicklungsvorgang ein viel einfacherer wird. Aus dem ursprünglich angelegten Epiblastem entstehen hier nur Blatt und primäre Ligula, welche letztere bei der viel geringeren Masse als reines Anhangsorgan des Blattes selbst auftritt. Der Axentheil unterhalb des Niederblattes verlängert sich später zu dem Stolo, da der ganze Spross einen Ausläufer bildet. Sein Grundgewebe [5, 5 zeigt denselben in Querschnitt-Skizze] ist von langgestreckten Lufträumen durchzogen, zwischen welchen 5 oder 6 geschlossene Gefässbündel in gerader Richtung verlaufen; es sind dies die Blattspuren der 3 bis 4 untersten Blätter des Sprosses. An der Peripherie findet sich noch ein Kreis zahlreicher Bündel collenchymatisch verdickter Zellen, welche aber mit den Blattspuren in keinem Zusammenhange stehen und unterhalb des Niederblattes aufhören.

Die ersten Wurzeln (5, 6, 7 und 8) des Sprosses treten sehr zahlreich in einem Kreise an der Insertionsstelle des Niederblattes auf; ihnen entspricht im Innern des Stammes die erste in sich geschlossene Curve horizontaler Gefässbündel [von welchen früher die Rede war].

3. Bestäubung, Befruchtung, Keimentwicklung.

Zur Zeit der Geschlechtsreife treten die Seitenränder der Spatha, welche bis dahin fest aneinander geschlossen hatten, auseinander, so dass der Antherenkreis und der obere Theil des Fruchtknotens offen liegen. Es hängt nun hauptsächlich von der Stellung der Inflorescenz in der Achsel äusserer oder innerer Blätter, von ihrer Neigung gegen die Wasserebene, natürlich auch von zufälliger Wellenbewegung und dergleichen ab, ob die Geschlechtsorgane trocken bleiben oder befeuchtet werden. Im ersten Falle tritt normale Bestäubung ein; im zweiten Falle sind die nachtheiligen Folgen der Benetzung dadurch beseitigt, dass Narbe und Antherenwirtel gerade zur Zeit der Reife in gleicher Höhe stehen und dicht aneinander zu liegen kommen (5. 10)[1].

Eine schleimige, wahrscheinlich von den Narbenpapillen ausgehende Flüssigkeit umgibt dann Antheren und Narbe; in ihr, häufig auch schon innerhalb der Antheren beginnt das Austreten der Pollenschläuche. — Die reifen Pollenkörner sind ellipsoidisch; ihre Exinen in der Richtung des grössten Umfanges dicht mit dreikantigen Verdickungsstreifen besetzt. Zwischen zwei solchen Streifen zerreisst die Exine und es beginnt das Vorquellen der Intine.

Unter den hiesigen, für die tropische Pflanze freilich abnormen Bedingungen findet also in der Regel Selbstbefruchtung unter den in einem Blüthenstande vereinigten Blüthen Statt. Vorrichtungen, welche unter normalen Vegetationsverhältnissen eine Fremdbestäubung ermöglichen könnten, sind nicht aufzufinden. Der Erfolg der Selbstbefruchtung ist übrigens ein reichlicher Samenansatz. —

Wenn die Pollenkörner auf die Narbe gelangen, hat der Embryonalsack das ihn seitlich umgebende Gewebe des Knospenkernes fast vollständig verdrängt; nur undeutliche Zellenreste sind noch vorhanden, die bis zum Eintreffen des Pollenschlauches in der Mikropyle gänzlich verschwunden sind. Das obere Ende des Sackes jedoch ist von einer Kappe radial gestellter, stellenweise auch tangential getheilter

1) Die Figur steht auf der Tafel aus Versehen verkehrt. (D. Hrsgbr.)

Zellen bedeckt[1]), welche (vergl. 3, 6) ausdauern und noch bei späteren Stadien in der Entwicklung des Embryons zu constatiren sind. [Diese Zellen im Scheitel des Knospenkernes sind bei den Entwicklungszuständen der Embryonen 3, 1 bis 6 mitgezeichnet und bei s wahrzunehmen.] Hofmeister gibt an, dass der Pollenschlauch, den ich selbst nur bis an die Mikropyle verfolgen konnte, sich zwischen den Kappenzellen durchdrängt und ganz normal mit dem obern der beiden „Keimbläschen“ (Eizellen, 4, 2 k') in Berührung tritt und dass, ebenso normal, das etwas weiter untenstehende (p) zum Embryon heranwächst[2]). Als erste deutlich erkennbare Folge der Befruchtung tritt in diesem, nach bedeutender Grössenzunahme eine horizontale Zellwand auf, welche die Keimzelle (3, 1, 2) in eine grössere untere (a) und eine kleinere obere Zelle (b) theilt. (Oben und unten in dem Sinne der späteren Wachsthumsrichtung des Embryons gebraucht.) Uebereinstimmend mit der Abbildung Hofmeister's[3]) constatirte ich sowohl in der obern, als auch in der untern Zelle weitere Theilungen, vorerst durch mehr oder minder zur horizontalen Wand senkrecht gestellte Wände (3, 3 A und B).

Da die Anzahl dieser Theilungen in der unteren Zelle sogar grösser ist als die in der oberen, und zumal, da das Verfolgen der weitern

---

1) Das über dem Embryonal-Sacke befindliche Gewebe der Kernwarze bleibt auf ähnliche Weise erhalten, bei den meisten *Aroideen*, aber auch bei *Lemna*. (Hofmeister.)

2) Dieselben scheinen nach Hegelmayer nicht immer gleichzeitig aufzutreten.

3) Sächs. Gesellsch. V. Band T. VII Fig. 23. Es wird der hier als Embryon erkannte 4zellige Körper von Hofmeister a. a. O. als massiger Vorkeim gedeutet, welcher nach ihm allgemein den Gräsern zukommt, vereinzelt aber auch (d. h. in andern Familienkreisen) ausser bei *Pistia* bei *Erythronium dens canis; Fritillaria imperialis, Funkia caerulea, Tradescantia virginica* sich vorfindet. Hofmeister sagt ferner a. a. O. S. 700: „Einen nur zweizelligen Vorkeim, dessen zweite Zelle schon zum Embryo wird, also einen einzelligen Embryo-Träger fand ich unter den *Monokotyledonen* nur bei einigen Formen mit blasenförmig anschwellender Trägerzelle: Bei *Zostera marina* und *minor*, bei *Ruppia maritima* und bei *Arum orientale* und *maculatum*.“ Vergl. Hanstein, Entwicklung des Keims der *Monokotylen* und *Dikotylen* (Bot. Abhandl. I, 1) Taf. 10, 11, 13.

Entwicklung zeigt, dass beide ursprünglichen Schwesterzellen sich gleichmässig am Aufbaue des Embryons betheiligen, kann die untere Zelle (a) unmöglich als Vorkeim betrachtet werden; es bietet vielmehr *Pistia* das Beispiel eines Embryons, der sich aus der ganzen ursprünglichen Keimzelle entwickelt, ohne das Mittelglied eines Vorkeimes. *Araceen* und *Gramineen* mit ihren sehr rudimentären Vorkeimen liefern entsprechende Analogien.

Die folgenden Theilungen, bei welchen die ursprünglichen Grenzen der Zellen a und b noch längere Zeit mit ziemlicher Sicherheit ermittelt werden können (so in 3, 4, 5, 6), bieten, nach Art vieler monokotyler Pflanzen, ein Bild grosser Unregelmässigkeit, ohne besonders bemerkenswerthe Einzelzüge. Hervorzuheben sind nur die häufig wiederkehrenden tangentialen Theilungen der äussersten Zellschicht (solche in den erwähnten Fig. 4, 5, 6), welche zu dem Schlusse berechtigen, dass ein grosser Theil der Zellmasse überhaupt auf diese Weise entstanden ist. Eine bestimmte Sonderung des Dermatogens als in sich geschlossene Schicht, findet erst sehr spät statt, was nach den bei den Phyllomen von *Pistia* constatirten (cf. S. 12) tangentialen Dermatogentheilungen eigentlich nichts befremdendes bietet. Gerade mit Hülfe solcher tangentialer, ringsum stattfindender Theilungen in dem Dermatogen und den darunter liegenden Zellen in seinem untern Basaltheile geht das Embryon aus seiner bisherigen Kugelgestalt seiner spätern, an der Basis plattgedrückten und erweiterten Form entgegen (3, 7). Analoge aber später eintretende und einseitige Zellvermehrungen näher der Spitze des Embryons leiten die weitere Entwicklung des Keimes durch Differenzirung des Kotyledon oberhalb und des künftigen Vegetationspunctes unterhalb der scheinbaren Einschnürung ein.

Von nun an zeigt das Embryon eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Graskeime[1]). Trotz der weit gehenden Differenzirung der morphologischen Elemente, welche das durch 3, 8 veranschaulichte Stadium zeigt, findet sich nirgends an der Basis die Andeutung einer Wurzel; die Entwicklung einer solchen findet an diesem Orte überhaupt gar nicht Statt; der ganze Basaltheil ist entsprechend dem Graskeime als Fuss zu bezeichnen (von dem Fusse des Grasembryon unterscheidet er sich nur durch die von Anfang breit gedrückte Gestalt), und der Ort

---

1) Vergl. Hanstein a. a. O. T. 14—18.

der Wurzelanlage (w) ist im Innern des Gewebes unterhalb des Vegetationspunctes (vp), etwas nach rückwärts gerichtet zu suchen. An der Einschnürungsstelle des Keimes sind die Zellen innerhalb des Dermatogens deutlich in verticale Reihen geordnet, von welchen zu dieser Zeit (3, 8) auf dem medianen Längsschnitte gewöhnlich vier erscheinen. In der zweiten dieser Reihen (von vorn d. h. von der Seite des Vegetationspunctes gezählt) treten die ersten vorbereitenden Theilungen für die Wurzel auf, welche, ohne im Einzelnen besondere Regelmässigkeit zu zeigen, darauf zielen, in Curven geordnete Zellen zu erzeugen. Von diesen Curven treten einigermassen scharf abgegrenzt, selbst zur Zeit der Samenreife, nur das Dermatogen (d) und die äusserste Periblemschicht (pb) hervor. Kappen einer Wurzelhaube[1]) werden erst im Verlaufe der Keimung abgeschieden, wie ein vergleichender Blick auf die Figuren 3, 9, 10 und 2, 8 lehrt. In derselben Verticalreihe, aus welcher im hypokotylen Keimtheile die Wurzel hervorgeht, führen im Kotyledon selbst verticale Theilwände zur Bildung eines Procambiumstranges, der aber unterhalb des Vegetationspunktes von seiner Richtung abweicht und in einer scharfen Krümmung (2. 8) unter diesen ablenkt.

Das erste Blatt, welches sich an dem Vegetationshügel, dem Kotyledon opponirt entwickelt, verdankt seinen Ursprung hauptsächlich der äussersten Periblemschicht (3, 8 bl' zeigt die ersten Theilungen); es umfasst zur Zeit der Samenreife den ganzen Stammscheitel und ist längs seiner Medianlinie zusammengefaltet. In der zweiten Periblemschicht der Oberseite tritt sein erster Procambiumstrang auf, der ähnlich dem. des Kotyledon unter den Vegetationspunct läuft und dort blind endigt (3, 9, 10; 2, 8; 4, 3).

In der weitern Ausgestaltung des Kotyledon findet sich fortwährend die grösste Analogie mit dem Graskeime. Es entwickelt sich bis zur Zeit der Samenreife noch ein oberer Scheidentheil, der mit stark ausgebildeten Flanken die Plumula von oben und von den beiden Seiten bis tief herab einschliesst (2, 8; 3, 9, 10), und es tritt unterhalb des ersten Blattes als unterer Scheidentheil des Kotyledon eine dermatogene Wucherung auf, welche die von dem obern Scheidentheile gelassene Oeffnung von vorne schliesst. [Die beiden Kotyledonar-

1) Vergl. Reinke. Diese Abh. I, 1, S. 44. T. 2.

Scheiden sind in den entsprechenden Abbildungen mit Ksch′ und Ksch″ bezeichnet.] [1])

Ueber die Ausbildung der Integumente zur Samenschale ist wenig zu sagen. Die ganze Gestalt der Ovula wird beibehalten; noch im reifen Samen ist nicht nur die Unterscheidung der beiden Integumente, sondern auch der meisten Zellpartien mit derselben Sicherheit zu treffen, wie in der Samenknospe, da die Anordnung der Zellen fast gar nicht geändert, ihre Zahl nur unbedeutend vermehrt wird. Das ganze angeschwollene Endstück des inneren Integumentes und der innere Theil des daranstossenden äusseren haben die gemeinschaftliche Aenderung erfahren, dass ihre Zellen sich prall mit einem dunkelbraunen Inhalte füllen, wodurch ihr Zusammenhang mit den übrigen Zellen der Samenschale in der schon im Ovulum deutlichen Linie a b (4, 1) gelockert wurde. Sie bilden das bei der Keimung in Betracht kommende Verschlussstück. Das äussere Integument liefert die Hauptmasse der Samenschale; seine Zellen sind stark verdickt; das innere Integument bildet nur eine dünne, in Folge des Harzgehaltes wasserdichte Hülle um das stark entwickelte Endosperm [2]).

4. Die Keimung.

Die reifen Früchte [3]) der *Pistia* sind specifisch schwerer als Wasser, sie sinken daher von dem Stamme losgelöst zu Boden und hier werden die Samen wahrscheinlich durch Fäulniss der häutigen dünnen Fruchtschale frei. Unter günstigen Temperaturverhältnissen (bei mindestens 25° C.) beginnt die Keimung, deren erste Phase wie gewöhnlich in

1) Wesentlich abweichend von dieser Darstellung der Entwicklung des ersten Blattes und überhaupt der ersten Laubblätter der Keimpflanze ist die Hegelmayer's a. a. O. S. 684: „Der Scheitel desselben [des Keimes nämlich, zur betrachteten Zeit der Entwicklung] entspricht dem werdenden Scheitel des ersten Knospenblattes (Fig. 56, 57). Von einem Stengel-Vegetationspunct ist um diese Zeit und noch während einer längern folgenden Periode so wenig etwas zu sehen, als bei den anderen seither betrachteten Monokotyledonen [*Sparganium ramosum*, *Triticum vulgare*] im entsprechenden Zustand.

2) Das Nähere sagt Hegelmayer a. a. O.

3) Abbildungen derselben siehe Klotzsch a. a. O. T. 2.

bedeutender Streckung des Embryos besteht. Da der Keim fast ringsum von dem prall mit Inhaltsstoffen erfüllten Endosperm umgeben ist, wird die Samenschale an ihrer schwächsten Stelle gesprengt, d. h. das schon vorbereitete Verschlussstück aus seinem lockern Verbande gelöst und herausgeschoben [1]). Dasselbe [welches in den Abbildungen durchgehends mit vsch bezeichnet ist] bleibt noch lange Zeit auf dem Basaltheile des Embryon haften [2]). Hand in Hand mit dieser Quellung und Streckung geht eine Krümmung des Keimes an seiner schmalsten Stelle, am Grunde des Kotyledon vor sich, so dass die beiden Keimblattscheidentheile Ksch′ und Ksch″ auseinander geschoben werden, der zwischen ihnen eingeschlossene Vegetationshügel frei nach oben und aussen gedreht und die Hauptwurzel in ihre spätere Wachsthums-Richtung schief nach abwärts gebracht wird.

[Die Lage des Embryon im Samen, über welche eine Meinungsverschiedenheit zwischen Schleiden und Klotzsch einerseits, und C. Koch andererseits herrschte, möge durch 4, 1 erläutert werden, aus welcher Figur man ersieht, dass wirklich, wie die ersteren Autoren behaupten, der Vegetationspunct der Keimpflanze nach unten, die erste Wurzelanlage schräg nach oben (3, 10), d. h. nach der Mikropyle hin liegt. Vergleichen wir mit dem bisher geschilderten Keimungsvorgange die betreffenden Abbildungen Klotzsch's (a. a. O. II O bis S), so ist es auffallend, dass die junge Wurzel (radicula, r) schon in den jüngsten Stadien, an welchen noch keine Organe ausser dem Kotyledon entwickelt zu sein scheinen, bedeutendes Volumen hat, da sie nach dem Früheren jedenfalls noch im Gewebe eingeschlossen sein müsste.

Da bei den ziemlich verschieden weit entwickelte Embryonen darstellenden Figuren O bis R die Radicula r dieselbe Grösse behalten

---

1) Vergl. Hegelmayer.

2) Solche Anhängsel, die den Beobachter leicht irre führen, kommen, wie es scheint, an Embryonen mehr vor.

Klotzsch, Begoniaceen S. 8, bemerkt selbst zur Arbeit des Dr. Karl Müller aus Halle „Ueber die Entwicklungsgeschichte des Embryos von *Begonia cucullata* Willd.", dass der in seiner Zeichnung dem mikropylen Ende zugewendete appendiculäre Theil des Embryos nicht radicula, sondern die rudimentäre Masse des Endosperms sei, welches den Keimhüllenmund und dessen Hals mit einer gelbbraunen homogenen Masse erfüllt. Vergl. Hegelmayer.

hat, überdies die Fig. S mit 3, 2 dieser Abhandlung bis auf die Deutung des betreffenden Anhängsels übereinstimmt, welches wir als Verschlussstück erkannt haben, so wird r in den Klotzsch'schen Zeichnungen auch als solches zu nehmen sein.

Im Uebrigen stimmen die besagten Figuren gut mit vorliegenden Resultaten überein, wenn man nur d das erste Blatt, c den Theil der Keimblattscheide bedeuten lässt.]

Die innern Wachsthumsvorgänge während der zuletzt erwähnten Keimungsphase bestehen in der sehr frühzeitigen Entwicklung eines Gefässes in dem Procambium des Kotyledon, welches vorläufig (3, 10) unter dem Vegetationshügel blind endigt, in der etwas spätern Ausbildung eines Gefässbündels in der Mediane des ersten Blattes, und in der Vereinigung beider in einen Knoten aus unregelmässig durcheinander laufenden Gefässen (vgl. 3, 10 und 4, 3). Das zweite Blatt [1]) des Keimes ist zu dieser Zeit schon deutlich sichtbar, besteht aber nur aus gleichmässigem Meristem; die Hauptwurzel besitzt noch keinen Gefässstrang.

Der obere Scheidentheil des Keimblattes hat unterdessen sein Volumen bedeutend vergrössert, durch das Auseinanderweichen seiner Zellen und die Bildung von luftführenden Intercellularräumen; in geringerem Masse hat dies auch bei dem ersten Blatte im Mesophyll stattgefunden. Das ganze Keimpflänzchen (5, 1 a) ist daher bedeutend leichter geworden und steigt im Wasser bis an die Oberfläche herauf, wobei die fast entleerte Samenschale als Ballast zur Erhaltung des stabilen Gleichgewichtes dient.

Die weiteren Keimungsvorgänge, soweit ich dieselben verfolgt habe, sind in Kürze folgende: Die Hauptwurzel durchbricht den Basaltheil des Keimes und wächst geraume Zeit weiter, ohne Seitenwurzeln zu treiben. In ihrer anatomischen Structur stimmt sie, wie die ihr folgenden Beiwurzeln mit dem Baue der Seitenwurzel an der entwickelten Pflanze

---

1) Die erste Anlage des zweiten Blattes ist dieselbe wie die des ersten. Man sehe die ersten Theilungen in 3, 10. Vergl. Hegelmayer a. a. O.: „Erst verhältnissmässig spät, am äusserlich zum grossen Theil ausgewachsenen Keim (Fig. 57) erhebt sich der hinterste Theil der innern Abdachung des Knospenblattes zu einem kleinen, niedrigen Meristemhöcker, dem Anfang des zweiten Blattes, welches während des Samenzustandes in dieser Form verharrt.“

übereín. Ein bis zwei mittelpunctständige Gefässe, umgeben von einer einfachen Schicht prosenchymatischer Zellen und umgrenzt von der Schutzscheide, bilden den Centralcylinder, der durch luftführende Längsspalten von dem Rindentheile stellenweise getrennt ist (cf. S. 9). Die ersten Beiwurzeln entstehen rechts und links von der Hauptwurzel am Grunde des Keimblattes [vergl. 5, 1 b, 2 und den Grundriss einer jungen Keimpflanze Fig. 3]. Die folgenden (2—3) an der entsprechenden Stelle der folgenden Blätter, anfangs in symmetrischer Stellung und regelmässiger zeitlicher Reihenfolge, später vollständig regellos. Das erste Blatt der Keimpflanze steht, wie erwähnt, dem Keimblatte fast genau gegenüber; die Divergenz des ersten und zweiten Blattes beträgt weniger als 180° und nimmt bei den folgenden Blättern stetig ab, so dass die normale $^3/_8$ Stellung, wie schon gesagt, bald erreicht ist. Ebenso Schritt für Schritt findet auch im anatomischen Baue die Annäherung an die normale, später gültige Form Statt. Während z. B. die Nervatur des ersten Blattes auf ein medianes und zwei seitenständige, bogenläufige Gefässbündel mit spärlichen Anastomosen beschränkt ist, deren Procambium zunächst der Blattoberfläche sich bildete, treten die ersten Gefässbündel des zweiten Blattes weiter von der Oberfläche desselben entfernt auf, und vor und hinter ihnen zeigen sich secundäre Stränge mit Collenchymbündeln. So rückt der Entstehungsact der ersten Gefässbündel von Blatt zu Blatt weiter nach rückwärts, bis im sechsten Blatte die normale Weise der Bildung aus der zweiten subepidermalen Zellschicht der Blattunterseite erreicht ist. [F. 2, 5 stellt den Querschnitt eines jungen Blattes dar, bei welchem das abnehmende Alter der Procambiumstränge mit der Entfernung von der Unterseite ersichtlich ist; an der Vorderseite bei pr^4 beginnt eben die Differenzirung der vierten Reihe der Procambiumstränge. Zum Vergleich können auch die Figuren 1, 8 und 4, 4 dienen, junge Blätter eines Laubsprosses darstellend.] Eine ähnliche Entwicklung durchläuft auch das Hohlräume bildende Mesophyll der Blätter. Hervorzuheben wäre noch, dass das erste Blatt (4, 3) keine Ligula entwickelt und an Stelle dieser, zum Schutze der nächst jüngeren Organe, enorm mächtig entwickelte Haare auf seiner Oberseite trägt, die vor seiner Entfaltung den ganzen Hohlraum zwischen den Blattflanken ausfüllen. Die Ligula des zweiten Blattes entwickelt sich erst spät, nach dem Auftreten von Gefässen im Blatte, die des dritten Blattes

normal; schon in der Achsel des zweiten Blattes entwickelt sich ein Laubspross.

Noch einige Worte mögen über den Gefässbündelverlauf im Stamm Platz finden. Die drei Blattspuren des ersten Blattes vereinigen sich erst in dem vorerwähnten (S. 23) Knoten unter dem Vegetationspuncte mit einander und mit dem kotyledonaren Gefässbündel; an denselben legt sich auch das Bündel der Hauptwurzel unmittelbar an; dadurch ist ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen und den folgenden Beiwurzeln gegeben, bei welchen die Verbindung zwischen wurzeleigenen Gefässbündeln und Blattspuren durch stammeigene Gefässsysteme vermittelt wird. [Diese Verhältnisse kommen zur Anschauung in F. 5, 9, dem Längsschnitte einer jungen Keimpflanze mit drei entfalteten Blättern, in welcher r die primitiven stammeigenen Bündel bedeutet, die ersichtlich zwischen den Endigungen der Stränge von bl_2, bl_3 und $w_{bl\,2}$ liegen.] Zwischen den Blattspuren und den Insertions-Stellen der Wurzeln differenziren sich nämlich, wirr durch einander laufend, im wesentlichen aber mit tangentialer und horizontaler Richtung, Gefässe mit zwischenliegenden prosenchymatischen Zellen, welche schliesslich zu jenen auf dem Querschnitt ringförmigen Systemen zusammengreifen, wie sie Fig. 4 darstellt und wie sie bei Schilderung der anatomischen Verhältnisse der erwachsenen Pflanze erwähnt wurden.

Nachbemerkung [1]).

Nach den vorstehenden Untersuchungen möchte es vielleicht nicht uninteressant sein, die Stellung der behandelten Pflanze und ihrer Familie im System etwas näher zu besprechen und zuzusehen, ob nicht die gefundenen Resultate sich auch in dieser Beziehung verwerthen lassen.

Indem Jussieu unsere Pflanze mit *Hydrocharis*, *Stratiotes*, *Vallisneria*, *Trapa* und *Nymphaea* zusammenstellte, trug er den biologischen Verhältnissen derselben einiger Massen Rechnung.

---

1) Vom Bearbeiter zugefügt.

Dass *Pistia* nicht zu den *Lemnaceen* zu rechnen sei, wird nicht mehr bezweifelt. Wenn auch eine Pflanze, die, wie die unsrige, den *Aroideen* wenigstens ziemlich nahe steht, d. h. jetzt allgemein zu den *Spadicifloren* gezählt wird, als schwimmende Wasserpflanze eine Lebensweise führt, wie sie bei den verwandten Kreisen nicht üblich ist, so ist ihre Organisation jedoch eine zu hohe, als dass sie den niedrigsten Formen der *Monokotyledonen*, gleichsam Prototypen phanerogamischer Gewächse überhaupt, zugezählt werden dürfte.

Es fragt sich überhaupt nur, ob *Pistia* den *Aroideen* so nahe steht, dass man sie als unterste Art dieser Familie hinstellen kann, oder falls man sie von diesen als eigne Familie zu trennen sich genöthigt sieht, ob selbige Familie auch typisch den stammverwandten *Aroideen* näher steht, als den *Lemnaceen*.

Diese Verwandtschaft legt Klotzsch bei seiner systematischen Discussion zu Grunde, indem er zugleich die *Lemnaceen* als eigne Familie abtrennt; formell bloss, weil ihnen der Spadix abgeht.

Die *Pistiaceen* werden also von Klotzsch als selbstständige Familie neben die *Aroideen*, *Typhaceen*, *Cyclantheen*, *Pandaneen* und *Palmen* gestellt als ein Zweig des grossen Stammes der *Spadicifloren*. „Zu den *Aroideen*", sagt aber Klotzsch, „kann *Pistia* nicht gerechnet werden, weil der Spadix nur zwei aus getrennten Geschlechtern bestehende Blüthen trägt, wovon jede mit einem Perigonium versehen ist, das nur in den wenigen Fällen, wo in der Familie der *Aroideen* Zwitterblüthen angetroffen werden, sich daselbst wiederholt." Es handelt sich also um das häutige Gebilde, welches am freien Theile des Spadix angetroffen wird und welches öfters doppelt aufzutreten scheint. Von den beiden Läppchen wird dann das obere als Perigon des Antherenkreises, das untere als solches des weiblichen Organes von Klotzsch in Anspruch genommen, so dass also dann die weibliche Blüthe eine unterständige wäre.

Kaufmann hat a. a. O. jedoch nachgewiesen, wie aus der theilweisen Verwachsung der Schuppenzipfel nur scheinbar eine zweite unter der ersteren stehende Schuppe entsteht, und wie also jene nicht als Perigon der weiblichen Blüthe zu erklären sein kann.

Da, wie früher schon gesagt, der Antherenwirtel nicht wohl als eine männliche Blüthe gelten kann, so ist die besprochene Schuppe auch nicht Perigon einer solchen.

Ueberhaupt zeigt grade die morphologische Reihe der *Spadicifloren*, dass man Begriffe wie den der Blüthe nicht allzufest halten darf, indem die untersten Formen dieser Reihe es verschmähen, ihre Geschlechtsorgane nach gebräuchlicher Weise in Cyclen zu vereinigen und mit Hüllorganen zu versehen; auch kann von Abortus dieser Organe bei ihnen durchaus keine Rede sein.

Mehr Objectivität hat der andere Grund, den Klotzsch für seine Ansicht beibringt: Er ist hergenommen von der abnormen Bildung des Blattgewebes bei *Pistia* im Vergleich mit dem der *Aroideen*, und dem Umstande, dass ihre „die Nebenblätter vertretenden Blattscheiden die Laubblätter umgeben, nicht aber mit den Blattstielrändern verwachsen sind“.

Was die Bildung der Laubblätter betrifft, so wird man diese allein nicht als massgebend für die Systematik gelten lassen; denn hat man nur einmal zugegeben, dass eine auf dem Wasser schwimmende *Aroidee* überhaupt existenzberechtigt sei, so wird man auch sagen müssen, dass eine solche mit der in ihrer Familie herkömmlichen Blattform nicht auskommen würde, vielmehr wird die Anpassung mit dieser beginnen müssen.

Will man also aus den *Pistiaceen* eine besondere Familie machen, so hat man in derselben einen festen, unmittelbaren Anschluss an die *Aroideen*. Dieser niedrigste Zweig der *Spadicifloren* geht aber typisch, hauptsächlich bedingt durch biologische Verhältnisse, etwas seitab, ohne jedoch eine vollständige Brücke zu bilden zwischen den *Spadicifloren* und den *Hydrobiern* (durch Annäherung an die *Lemnaceen* z. B. bei der Anlage der Keimwurzel). Erwägt man schliesslich die Analogien, namentlich mit *Arum* selbst, welche die Entwicklungsgeschichte *Pistia's* liefert (Samenknospe, Embryon etc.), so dürfte diese Pflanze vielleicht nicht ganz unpassend wieder bei den *Aroideen* selbst untergebracht werden.

Endgültig kann diese Frage jedoch erst dann entschieden werden, wenn die Entwicklungsgeschichte der *Aroideen* etwas genauer wie bisher bekannt sein wird.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Scheitelregion von oben gesehen:

v Vegetationspunct,

J Blüthenstandsanlagen,

bl Blatt,

pr. lig. } primäre und secundäre Ligula.
sec. lig. }

Die zugesetzten Ziffern 1, 2, 3 .... bezeichnen die Altersfolge der gleichwerthigen Theile.

Fig. 2. Vegetationspunct im Längsschnitt, etwa in der Richtung des Pfeiles in Fig. 1.

Die Bezeichnung der Theile mittels Buchstaben ist die gleiche wie in Fig. 1. Ebenso in den folgenden.

Fig. 3a. Vegetationspunct im Längsschnitt mit beginnender Differenzirung des Epiblastems in Blüthenstand J und Tragblatt Bl. (Der Vegetationspunct selbst ist nicht ganz axil getroffen.)

Fig. 3b. Ein axiler Schnitt durch den Vegetationspunct (zur Ergänzung von Fig. 3a).

Fig. 4. Weitere Differenzirung des Blastems. Anlage der primären Ligula, sowie der Spatha des Blüthenstandes.

Fig. 5. Weiteres Stadium in der Entwicklung der Inflorescenz; Sp Spatha. An dem Blatte beginnt die Bildung der secundären Ligula.

Fig. 6. Weiter entwickelter Blüthenstand im Längsschnitte mit Ovarium Ov., Placenta Pl. und Antheren An.

Fig. 7 u. 8. Querschnitte von einer Ligula und deren Blatt, zu dem sie gehört. Die Procambiumstränge in ihrer Folge, pr^1, pr^2 zeigend.

Fig. 9. Vollständigere, etwas mehr schematisch gehaltene Skizze eines Vegetationsscheitels in der Ansicht von oben. Bezeichnung der Organe wie in Fig. 1. — Aspr, Achselsprosse.

Tafel 2.

Fig. 1. Junge Inflorescenz im Längsschnitt (vergl. **1**, 5). Weitere Entwicklung der Spatha. Hervortreten der beiden Theile des Spadix.

Fig. 2. Derselbe wie Fig. 1 in einem weiter fortgeschrittenen Zustande der Differenzirung.

Fig. 3. Oberer Theil des Spadix, die Entwicklung der Antheren zeigend.

Fig. 4a u. b. Längsschnitte durch den Blattrand.
O Oberseite, U Unterseite, T Trichome.

Fig. 5. Querschnitt eines jungen Blattes mit den aufeinanderfolgenden Reihen der Procambiumstränge, pr 1—4.

Fig. 6. Längsschnitt eines der ersten Blätter eines Laubsprosses, mit Ligula.

Fig. 7. Junger Laubspross im Längsschnitt mit dem ersten (Nieder-) Blatt und 3 Laubblättern mit Ligula.
bl^1, ^{2}, ^{3}, Laubblätter.
lig^1, ^{2}, ^{3}, Ligulae,
nb Niederblatt.

Fig. 8. Embryon in einer auf die Figuren 1—9 der nächsten Tafel folgenden Entwicklungsstufe. Vergl. dieselben.

Tafel 3.

Fig. 1—9. Auf einander folgende Entwicklungsstufen des Embryon bis fast zur Samenreife. Auf Fig. 9 folgt die Fig. 8 der vorigen Tafel. Vergl. den Text.
k, k' Keimzellen,
s Zellen im Scheitel des Knospenkerns,
a und b durch die erste Theilung abgeschiedene Zellen,
kot. Kotyledon,
vp Vegetations-Punct,
bl^1 erstes Blatt nach dem Kotyledon,
Ksch' oberer, Ksch'' unterer Theil der Kotyledonarscheide.
w Hauptwurzel.

Fig. 10. Erstes Keimungsstadium; bl^2 zweites Blatt, sonst die vorige Bezeichnung.

Tafel 4.

Fig. 1. Lage des Embryon im beinahe reifen Samen. Vergl. 2, 8 u. 3, 9.

Fig. 2. Längsschnitt durch den oberen Theil des Ovariums zur Zeit der Befruchtung.

Fig. 3. Weiteres Keimungsstadium.

Anlage des dritten Blattes bl^3.

Fig. 4. Querschnitt eines jungen Blattes, die Anlage der Procambiumstränge. pr^1, pr^2 zeigend.

Fig. 5. Die dazu gehörige Ligula. Vergl. 1, 7 und 8.

Tafel 5.

Fig. 1a u. b. Aeussere Gestalt der Keimpflanze in zwei Stadien.

Fig. 2. Längsschnitt durch Fig. 1a.

Fig. 3. Horizontalprojection.

In beiden Figuren ist die Bezeichnung wie in den frühern. Die Ziffern der Wurzeln entsprechen denen der Blätter, an deren Grund sie stehen; vsch Verschlussstück der Samenschale s.

Fig. 4. Querschnitt durch eine Keimpflanze mit zwei entfalteten Blättern.

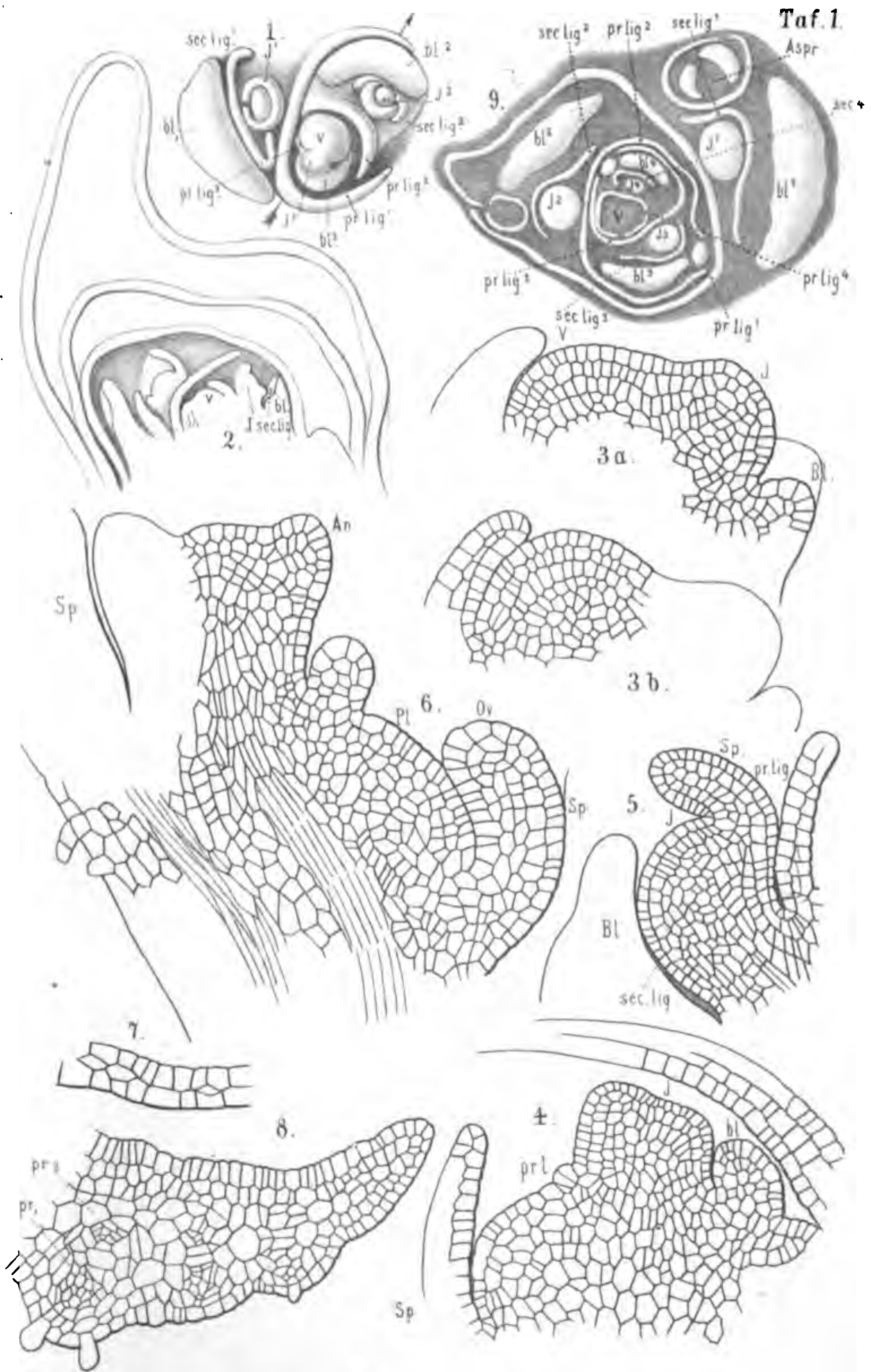
Fig. 5. Halbschematischer Querschnitt durch den Stolo, die Hohlräume, Blattspuren und peripherischen Bündel zeigend.

Fig. 6, 7 u. 8. Entwicklung der Beiwurzeln.

Fig. 9. Weiter vorgeschrittener Zustand des Keimpflänzchens mit dem Verlauf der Gefässbündel zu den Blättern und Wurzeln. Vergl. 3, 10.

Fig. 10. Seitenschicht des Blüthenstandes nach Entfernung des vorderen Theiles der Spatha. Aus Versehen ist die Figur auf der Tafel umgekehrt gestellt.

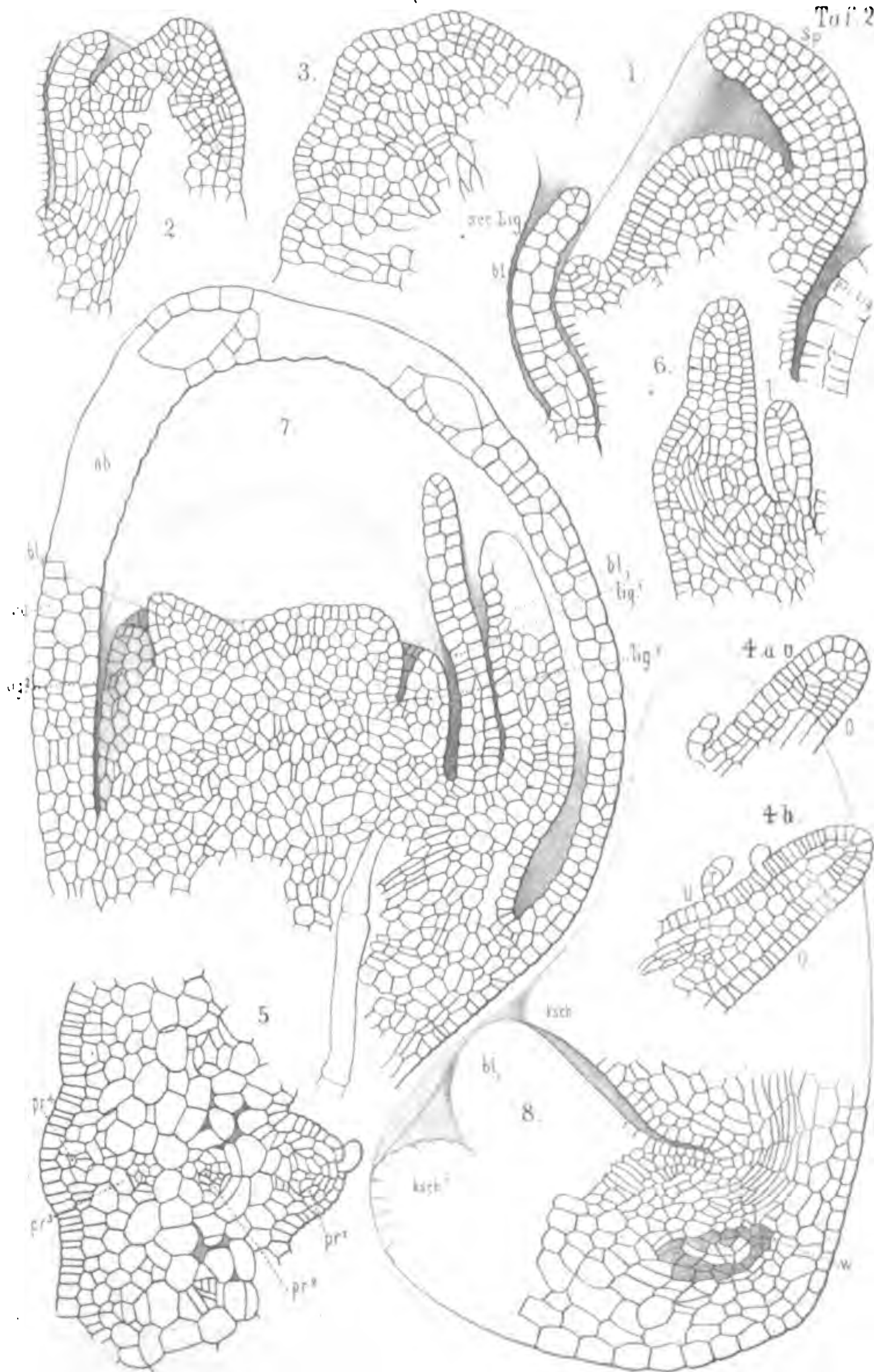
[Anmerk. Der verstorbene Verfasser hat die Vergrösserung, in der die Abbildungen gezeichnet sind, nicht überall deutlich genug bezeichnet. Für die Zellnetz-Bilder dürfte sie durchschnittlich etwa 300 mal sein. Die von ihm selbst zusammengestellten Figuren konnten aus seinem handschriftlichen Nachlass noch etwas vermehrt werden.]



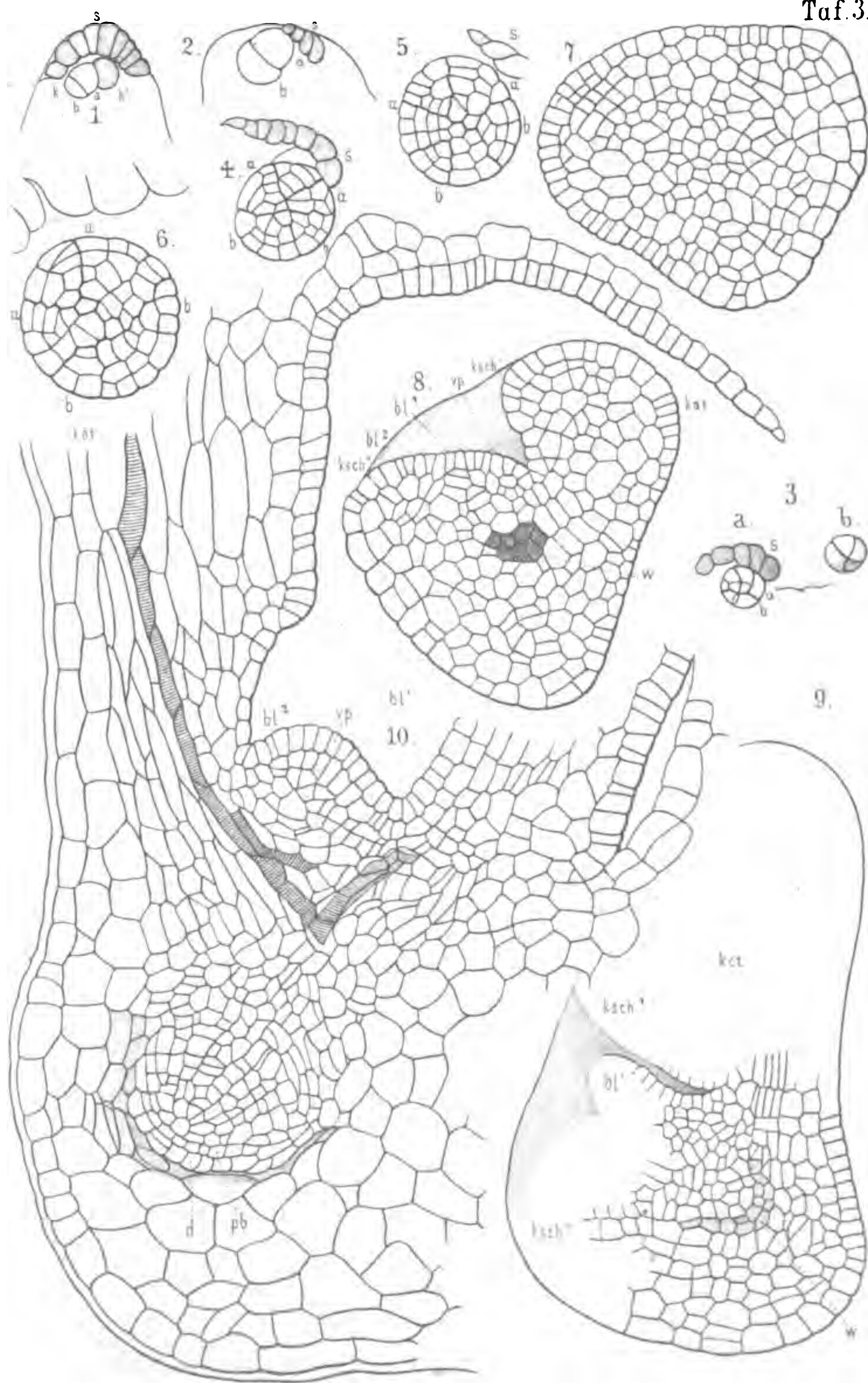
Pistia.

Kubin gez.

Lith Jnst v A Henry in Bonn



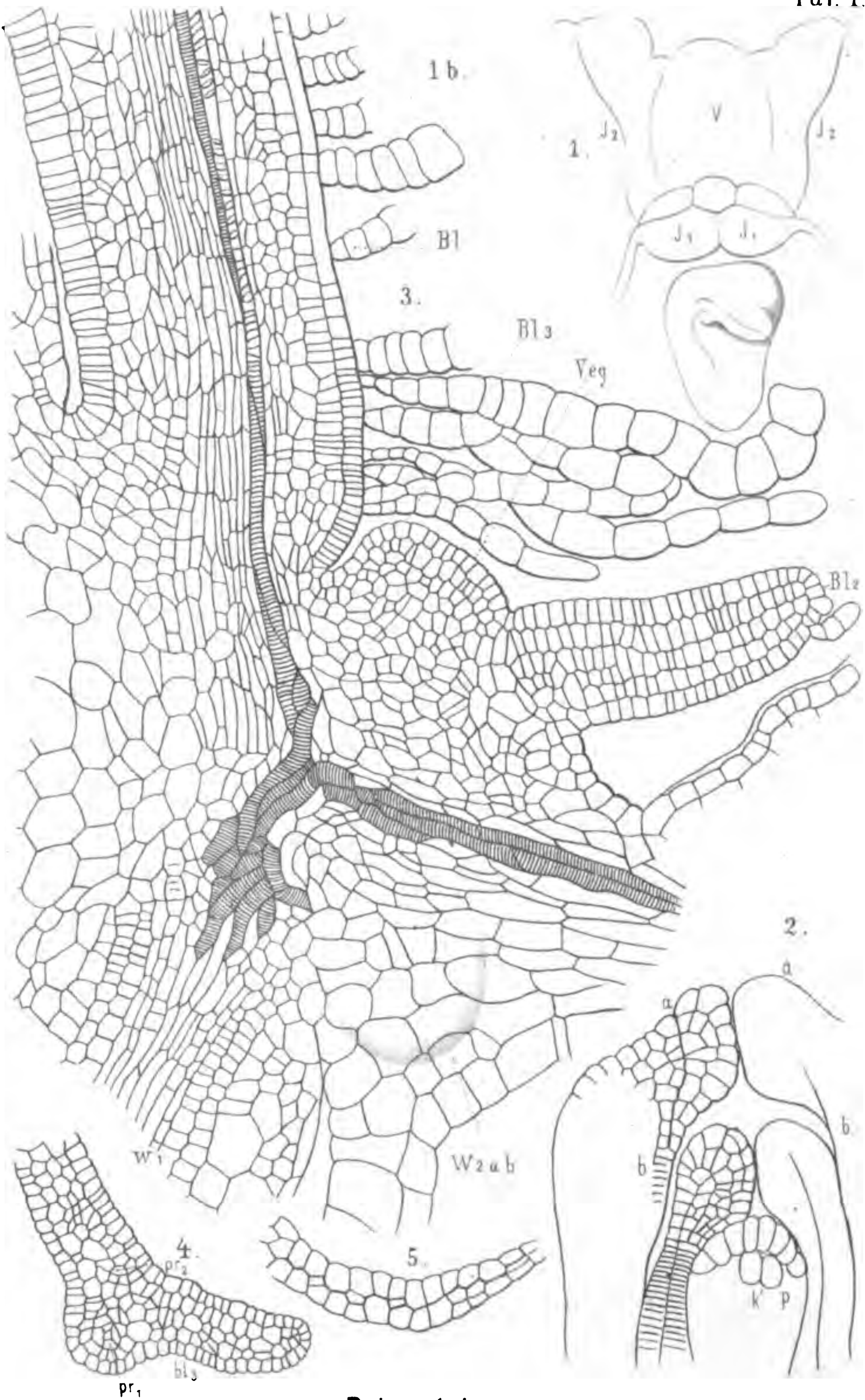
Pistia.



Pistia.

Kubin gez.

Lith. Anst. v. A. Henry, Bonn

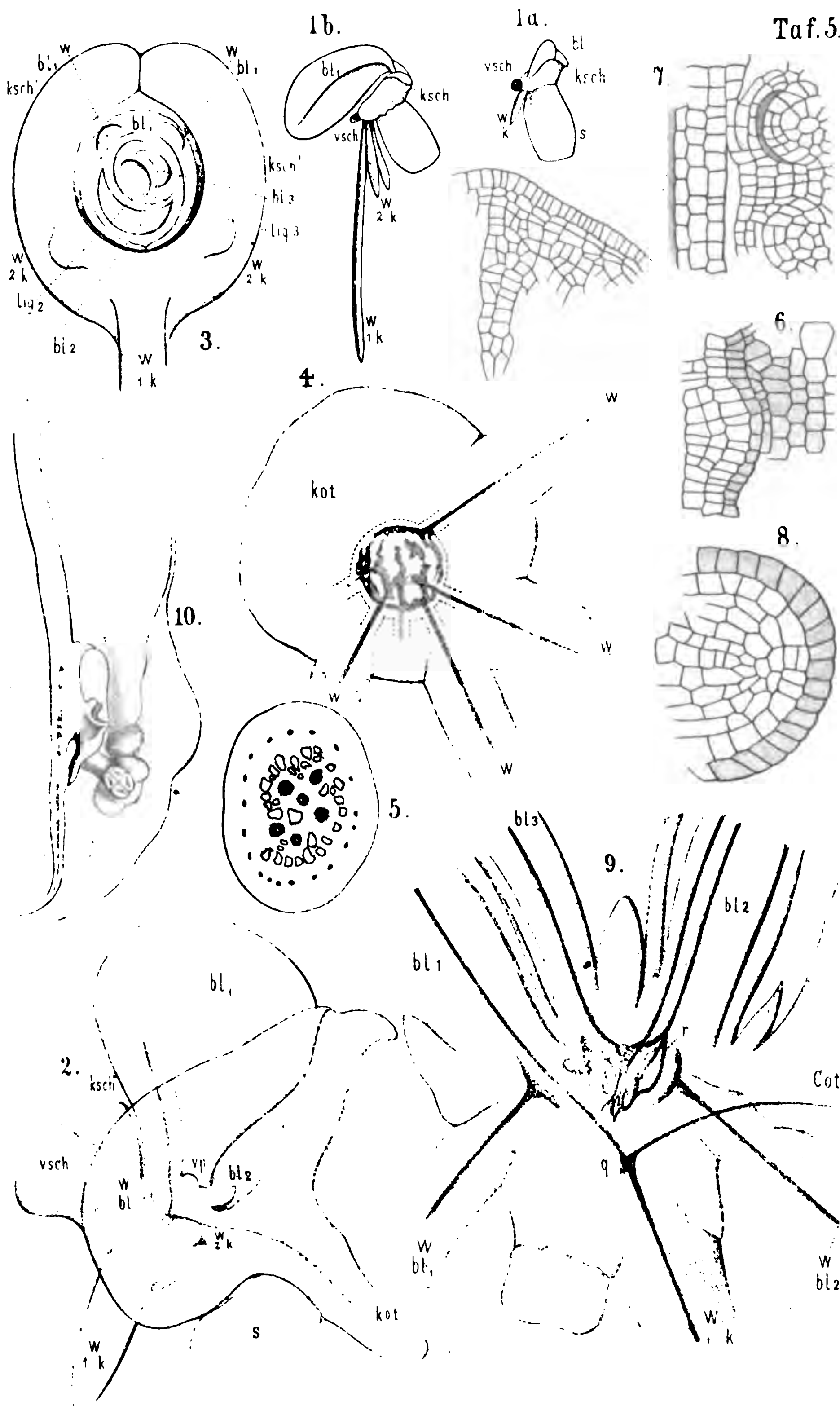


Pistia.

Kubin gez.

Lith. Inst. v. A. Henry in Bonn

Taf. 5.



Pistia.

Kubin gez.

Lith. Jnst. v. A. Henry in Bon.

DIE ENTWICKLUNG

VON

VALLISNERIA SPIRALIS

VON

DR. JOSEPH FRANZ MÜLLER.

Vallisneria spiralis.

1. Literatur.

Die in mancher Hinsicht merkwürdige submerse Wasserpflanze, nach dem italienischen Naturforscher Vallisneri mit dem Namen *Vallisneria* benannt, hat schon das Material zu mancherlei Untersuchungen allgemeinerer Art geliefert, auch besitzen wir kleinere Aufsätze, welche sich mit einzelnen Partien der Entwicklungsgeschichte, Morphologie und Anatomie derselben befassen; zum Gegenstande einer eingehenden und umfassenden Arbeit ist sie aber bis jetzt noch nicht gemacht worden. Die in Betracht kommenden Aufsätze sind Referate über Vorträge, gehalten in den Versammlungen der bot. Gesellsch. Frankreichs und finden sich im „Bullet. de la soc. bot. de France" Jahrg. 1854, 55 und 57; zur Uebersicht seien sie hier näher angegeben:

Duchartre — „Quelques mots sur la fécondation chez la Vallisnerie",
Châtin — „Sur l'anatomie de V.",
— „Sur les fleurs mâles de V.",
— „Organogénie florale et remarques sur la végétation de V.",
Caspary — „Sur l'ovule de V.",
Parlatore — „Note sur la V. epir.",

Angaben über die in Rede stehende Pflanze finden sich ferner noch bei

Rohrbach — „Beiträge zur Kenntniss einiger Hydrocharideen" 1871

und

Warming — „Forgreningsforhold hos Fanerogamerue" 1872,

die ersteren die Vegetation, die Blattstellung und das genetische Verhältniss der verschiedenen Neubildungen, letztere nur die Bildung der Sprosse betreffend.

Mit Vorliebe ist die interessante Befruchtungsart der *Vallisneria spiralis* immer beobachtet und schon von Micheli 1729 (Nova genera p. 13) und von Linné 1729 richtig dargestellt worden.

Systematische Werke, welche hier Erwähnung verdienen, sind: Endlicher (Encheiridion botanicum 1841) und R. Brown (Flora Novae Hollandiae). Abbildungen der ganzen Pflanze sowohl, als einzelner Theile derselben finden sich bei Nees v. Esenbeck, Schnitzlein, Maout et Decaisne und Reichenbach. Citate aus hier nicht erwähnten Arbeiten sollen im Texte vollständig beigebracht werden.

Die angeführten kleineren Aufsätze sind sehr wenig eingehend und widersprechen sich in vielen wesentlichen Punkten (z. B. Bildung der Ovula, Phyllomkreise in den Blüthen etc.) geradezu; und da auch die Frage nach dem Entstehungsmodus der Seitensprosse noch nicht als genügend und endgültig beantwortet gelten kann, so habe ich auf Anrathen des Herrn Prof. Hanstein es unternommen, sorgfältige Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte von *Vallisneria spiralis* anzustellen. Folgendes enthält die speciellen Resultate der Untersuchungen [1]).

2. Systematischer [2]) und allgemein morphologischer Ueberblick.

Ueber die Stellung der *Vallisnerieen* im natürlichen Pflanzensysteme ist man niemals uneinig gewesen, vielmehr hat man sie als monokotyle, diöcische Wasserpflanzen mit doppeltem Perigon und unterständigem Fruchtknoten stets den *Hydrocharitaceen* mit Recht ein-

1) Die allgemeinen Ergebnisse meiner Untersuchungen sind freilich schon im August 1875 als Promotionsschrift gedruckt worden, allein, da sie der Abbildungen, ohne die eine so deutliche Darlegung solcher Gegenstände unausführbar ist, entbehrten, so ist eine eigentliche Veröffentlichung derselben damals nicht erfolgt, da vielmehr die Dissertation nur wenigen Freunden mitgetheilt ist. Somit erscheint die Arbeit erst jetzt um ein paar Jahre verspätet vor dem botanischen Publikum.

2) Figur 1.

verleibt, unter welchen sie aber der Form ihrer Laubblätter wegen, die mehr die der *Butomaceen* ist, eine vereinzelte Stellung einnehmen. Zugleich bildet aber auch *Vallisneria* eine Uebergangsform von den *Hydrocharitaceen* zu den *Spadicifloren*, indem die männlichen Blüthen auf einem von einer Spatha umschlossenen Spadix vereinigt sind.

Micheli unterschied zwei Gattungen innerhalb der Familie der *Vallisnerieen*, *Vallisneria* und *Vallisneroides*; die letztere ist bekanntlich nur die männliche Pflanze, was dem genannten Forscher bei dem damaligen Stande der Wissenschaft unbekannt blieb. Jetzt führt man gewöhnlich neben *Vallisneria* noch *Blyxa* an, welche Pflanze ich durch Anschauung kennen zu lernen nicht Gelegenheit hatte. Ausser *V. spiralis* finde ich bei R. Brown a. a. O. noch eine Varietät, *V. nana* und eine andere, *V. americana* bei Michoux[1]). *V. spiralis* und *V. nana* sind von R. Brown folgendermassen charakterisirt:

V. spiralis: Scapo femineo spirali, foliis natantibus linearibus, obtusis apice serrulatis.

V. nana: Scapo femineo spirali, capillari, foliis submersis linearibus, acutis integerrimis.

Aus dem Namen möchte man erkennen, dass die neuholländische Spielart überhaupt kleiner ist, sonst würde auch der Unterschied zwischen den „schwimmenden" und „untergetauchten" Blättern fortfallen, indem das Verhalten derselben sich nach der Tiefe des Wassers richtet, auf dessen Grunde die Pflanze wurzelt. — Die allgemeine Morphologie der zu behandelnden Pflanze, die wir nach dem Vorhergehenden als Vertreterin ihrer Familie ansehen können, betreffend, sei Folgendes[2]) vorausgeschickt: *Vallisneria spiralis* besitzt schmale, bandförmige, im ausgewachsenen Zustande fusslange (oft noch grössere) Laubblätter, welche an der Insertion nahezu stengelumfassend, meist ihrem ganzen Umfange nach ganzrandig sind, zuweilen an dem sich stumpf zuspitzenden freien Ende schwach gezähnelt angetroffen werden. Ihrer Consistenz nach sind sie zart und schwach; sie sind hellgrün, durchscheinend. Die Anordnung derselben ist eine schraubige und zwar stehen sie so dicht übereinander, dass von Internodien kaum die Rede sein kann. In den Achseln dieser Blätter finden sich in der

---

1) Genera des plantes de l'Amérique septentrionale 1818 p. 230.

2) Vergl. Reichenb. und die angeführten Werke.

Regel vier, in manchen Fällen mehr Achselknospen, jedoch wird nach jedem solchen fertilen Blatte eine Anzahl (2—4) steriler eingeschaltet, in welcher beim Individuum eine gewisse Constanz herrscht. Von den in der Achsel eines Blattes sich befindenden Knospen ist eine ein Laubspross; die ältesten vegetativen Sprosse des Individuums bilden sich durch Streckung der Axe unterhalb der Blattregion zu Stolonen aus. Es beginnt die Blattbildung bei solchen vegetativen Knospen mit der Entwicklung von vier häutigen Niederblättern.

Der übrige Bestand des Knospenaggregates in einer Blattachsel wird bei der weiblichen Pflanze von Einzelblüthen, bei der männlichen von Blüthenständen gebildet. Die Adventivwurzeln brechen in der Gegend der Niederblätter des Stolo hervor; sie sind zahlreich feinfadenförmig und bleiben stets einfach. Die Axe eines Individuums, das seine Entstehung der vegetativen Vermehrung verdankt, endigt nach unten in das Ueberbleibsel des durch Fäulniss oder auf andere Weise zum Verschwinden gebrachten Stolo.

Was die weibliche Einzelblüthe betrifft, so besitzt dieselbe einen wohlausgebildeten dreiblätterigen Kelch und mit dessen Phyllomen alternirend, drei sehr unscheinbare häutige Zipfelchen, welche die Krone repräsentiren. Der langgestreckte, röhrige Fruchtknoten, welcher gekrönt wird von drei grossen, rothbraun gefärbten, herzförmigen, sattelförmig mit einander verwachsenen Narben, entwickelt in seinem Inneren eine grosse Anzahl wandständiger Ovula. Das Ovarium selbst ist unterständig. Die ganze Blüthe wächst aus einer Spatha hervor, welche aus zwei mit einander verwachsenen Phyllomen gebildet wird. Der Blüthenstiel ist schwach und steigt nicht gerade, sondern in weiten Spiralwindungen auf.

An Stelle der Einzelblüthe finden wir beim männlichen Individuum von der ebenfalls zweiblätterigen Spatha umschlossen einen gedrungenen, etwas plattgedrückten Kolben, bedeckt mit einer Unzahl kurzgestielter Einzelblüthen. Fassen wir dieselben, die von einer solchen Kleinheit sind, dass man ihren Bau ohne optisches Hülfsmittel nicht wohl unterscheiden kann, etwas näher ins Auge, so finden wir an dem haarförmigen Stielchen einen Kelch, der (im erschlossenen Zustande) aus drei freien Phyllomen besteht; hierauf folgen drei kleine schuppenartige Gebilde und endlich drei oder auch nur zwei terminale Staubgefässe.

Ohne Analogie steht der vielbesprochene Befruchtungsmodus von *Vallisneria spiralis* da, indem bei eingetretener Reife des Pollens die ganzen männlichen Blüthen von ihrem Stielchen sich ablösend, an die Oberfläche des Wassers hinaufsteigen; jedenfalls ist bei diesem Emporsteigen, welches dann geschieht, wenn die Kelchblätter noch ein geschlossenes Gehäuse bilden, die Luft behülflich, welche unter einem gewissen Druck befindlich von letzterem eingeschlossen wird. Oben angekommen, erschliessen sie sich bald und bestäuben die Narben der in horizontaler Lage sie erwartenden weiblichen Blüthen mit ihrem Pollen.

Nach der Befruchtung werden die bis dahin weiten Windungen des schraubig aufsteigenden Blüthenstieles der weiblichen Pflanze enger und enger und ziehen so die Pflanze wieder in das Wasser hinab, wo die Entwicklung des Samens vor sich geht. Eine Folge der Befruchtung scheint diese Rückkehr unter den Wasserspiegel jedoch nicht zu sein[1]), wie dies bis jetzt doch allgemein angenommen wurde. Herr Bouché, Inspector des hiesigen botanischen Gartens, hatte die Güte, mir seine hierauf bezügliche Beobachtung mitzutheilen, nach welcher die weiblichen Blüthen des hiesigen Gartens alljährlich nach der Zeit der Empfängnissfähigkeit der Narben durch Verengung der Schraubenwindungen ihres Stieles herabgezogen wurden, obgleich männliche Pflanzen[2]) noch gar nicht vorhanden waren und also auch keine Befruchtung stattgefunden haben konnte.

Heimisch ist die merkwürdige Pflanze in den südlichen Ländern Europas, Italien, Spanien und Südfrankreich. In Deutschland wird sie im Freien nicht vorgefunden, aber in den Gewächshäusern unserer botanischen Gärten ausser wegen der erwähnten Eigenthümlichkeiten auch desshalb cultivirt, weil ihre grossen Blattzellen, wie bekannt, höchst elegante Objecte liefern zur Demonstration der Protoplasma-Rotation.

---

1) Vergl. S. 39 d. Abh.

2) Dieselben wurden erst im Verlaufe meiner Untersuchungen aus Berlin beschafft.

Entwicklungsgeschichte.

Nach Vorausschickung der vorstehenden allgemeinen Erörterungen soll nun zur Entwicklungsgeschichte der Pflanze übergegangen werden, und scheint es am passendsten, zuerst die vegetative Entwicklung derselben, d. i. ihren Aufbau aus dem Vegetationspunkte zu behandeln, dann die Blüthenentwicklung bis zur Geschlechtsreife der betreffenden Organe zu verfolgen.

Die Befruchtung, mithin auch die Bildung des Samens und die Keimung habe ich nicht beobachten können, da wie es scheint die hiesige Kultur der Pflanze nicht geeignet war, eine Vermehrung auf geschlechtlichem Wege zu erzielen. Einen hemmenden Einfluss üben unter Anderem auf die Befruchtung Algen, welche sowohl das Emporsteigen der männlichen Blüthen verhindern und solchen, die trotzdem an die Oberfläche des Wassers gelangen, das freie Umhertreiben unmöglich machen, als auch gerne die weiblichen Blüthen umspinnen und ihnen so einen unfreiwilligen Cölibat auferlegen.

3. Aufbau der Pflanze aus dem Vegetationspunkte.

Sowohl der Längsschnitt, als auch ein durch die Region des Scheitels (Fig. 12 und 13) von *Vallisneria* geführter Querschnitt zeigt eine ziemlich grosse Anzahl von Blättern, von den jüngsten bis zu denjenigen, welche, dem Ziele ihrer morphologischen Ausbildung schon näher, den eben erst angelegten oder noch weniger ausgestalteten Gebilden als schützende Umhüllung dienen. Die Laubblätter entstehen am Vegetationspunkte als seitliche, durch Theilungen in den Periblemschichten hervorgedrängte Gewebehöcker und zwar in spiraliger Folge. Bald wird der Axenscheitel von einer solchen Anlage, die sich bei ihrer Erhebung gleichzeitig mehr und mehr in die Breite zieht und somit eine wallförmige Gestalt annimmt, überragt. Bei der nun folgenden Längenzunahme des Blattes dauert auch das Wachsthum seiner Basis in die Breite noch immer fort, so dass erst etwa beim achten Blatte, vom jüngsten ab gezählt, die alle jüngern Gebilde beinahe vollständig

umfassende Breite (Fig. 12), wie sie der ausgewachsenen Blattbasis eigen ist, erreicht wird. Das junge Phyllom besteht aus drei Zellschichten (Fig. 14 a, b und 15): einer Ober- und Unterhaut und eine Mesophyll-Lage von der Mächtigkeit einer Zelle. Die erste weitere Differenzirung beginnt dann, wenn das Blatt durch Entstehung der beiden folgenden am Vegetations-Punkte, zum drittletzten geworden; es treten dann in einzelnen Zellen des Mesophylls schon tangentiale Wände auf, namentlich in der mittleren auf dem Querschnitt gesehenen Partie desselben, so dass also das junge Blatt hier schon mehrzellig erscheint. Nun wird auch das mittlere Gefässbündel angelegt: dasselbe ist zurückzuführen auf eine mediane Längsreihe von einzelnen Zellen (Fig. 14a und b). In einer solchen werden nämlich durch schiefe, senkrecht auf dem Querschnitt stehende Wände die feinen nicht sehr langen Faserzellen differenzirt, welche die Bündel unserer Pflanze allein zusammensetzen. Dieser Ursprung des Bündels aus einer Zellreihe ist noch geraume Zeit hernach an der vollkommen scharfen polygonalen Umgrenzung (Fig. 17) desselben kenntlich. Auf dieselbe Weise werden etwas später die beiden Bündelpaare angelegt, welche sich im älteren Blatte rechts und links von dem medianen befinden. Die fünf Bündel des Blattes zeigen in jedem Alter des letzteren verschiedene Stufen der Vollkommenheit in ihrer Entwicklung: Das eine mittlere (Fig. 17c), also unpaarige, zeigt die grösste Zahl der Fasern und zwischen denselben zuweilen intercellulare Luftgänge. Es gliedert sich, bei sehr starker Vergrösserung betrachtet, in einen halbmond- resp. hufeisenförmigen Theil, dessen Elemente, etwas dickwandig (desto mehr, je näher sie der Peripherie liegen) und von kleinerem Querschnitt, sich deutlich abheben von den Fasern des übrigbleibenden Theiles, welche beträchtlich weiter und dabei äusserst zartwandig sind. Die besagten Luftgänge finden sich in letzterem Theile vor. Zu bemerken ist noch, dass der schwach verdickte Theil allmählich in den andern übergeht und sich nicht so scharf absetzt wie der Basttheil im normalen Gefässbündel der Phanerogamen. Einen ähnlichen Bau zeigt das zunächst liegende Bündelpaar (Fig. 17b), nur sind die Elemente desselben auf dem Querschnitt weniger ungleich und tritt der bastartige Theil weniger stark hervor. Die Lage des letzteren ist bei den drei bis jetzt besprochenen Bündeln dieselbe; er ist nach der Ober- resp. Aussenseite des Blattes dirigirt.

Hier sei gleich bemerkt, dass diese Orientirung der verschiedenen Bündelelemente das einzige innere Merkmal ist für ein verschiedenes Verhalten der beiden Blattseiten: Bei dem gänzlichen Mangel an Bildungen der Epidermis (Spaltöffnungen, Haare etc.), die einen Anhalt geben könnten und bei dem symmetrischen Bau des Blattinneren spricht sich eine Verschiedenheit der Blattseiten nur in der Form des Querschnittes durch den unteren Theil des Blattes aus. Es kann dies jedoch nicht befremdend erscheinen, wenn man bedenkt, dass bei der Lebensweise der in Rede stehenden Wasserpflanze durchaus kein Grund für die Bildung von Organen oben erwähnter Art sowohl, als auch für die verschiedene Ausgestaltung der Blattseiten überhaupt vorliegt. Die stengelumfassende Form der Blattbasis und somit die verschiedene Gestalt der Conturen des Blattes auf dem Querschnitt, concav auf der einen, convex auf der andern Seite, ist natürlich für die Pflanze von Nutzen, vorzüglich aus zwei Gründen: Zum Zwecke der grösseren Solidität für die Aufrechthaltung im Wasser und zum Schutze der jüngeren Organe.

Die letzten Bündel (Fig. 17 a) im Blatte bilden ebenfalls ein Paar, wovon jedes Glied in der äussersten Schneide (Fig. 16 b) des Blattrandes liegt; nur wenige Fasern bilden seinen Bestand, und eine histologische Verschiedenheit unter diesen ist nicht wahrzunehmen. Wegen dieser äusserst rudimentären Beschaffenheit entgeht auch das Bündelpaar leicht dem oberflächlichen Beobachter.

Das relative Grössenverhältniss der drei in Rede stehenden Bündel lässt sich einigermassen anschaulich machen durch Angabe der Anzahl von Zellen, welche dieselben umschliessen. Die Zellen, welche die primäre Reihe, aus welcher das Bündel entsteht, umgeben, theilen sich nämlich nach Massnahme der Theilungsvorgänge im Innern des letztern selbst radial, immer einen proportionalen Umfang darstellend. So sind die Zahlen der peripherischen Zellen der in Fig. 17 a, b, c abgebildeten Bündel 5, 10, 13. Diese peripherischen Zellen, welche als ununterbrochener Hohlcylinder das Bündel umgeben, können nur formal als Strangscheide aufgefasst werden, indem ihnen kein unterscheidendes Merkmal vor dem übrigen Gewebe des Blattinneren zukommt und dieselben nach aussen meist direkt an die das Blatt durchziehenden Hohlräume angrenzen oder durch Entwicklung tangentialer Querwände mit zur Bildung derselben beitragen.

Das Auseinanderweichen der Zellen zur Bildung der das Blatt seiner Länge nach durchziehenden Luftgänge ist kein in dieser Richtung continuirliches; vielmehr weichen ab und zu Zellen einer solchen Bildung von Intercellularräumen durch Längstheilungen aus. Dadurch, dass die neugebildeten Zellen proportional der Erweiterung des Hohlraumes sich quer theilen, entstehen die aus einer Zelllage gebildeten Diaphragmen (Fig. 18a), welche im herangewachsenen Blatte die Luftgänge in Kammern eintheilen. Hierauf streckt sich durch horizontale Theilungswände in den die Hohlräume seitlich begrenzenden Zellen einerseits das Blatt, anderseits rücken die Diaphragmen weiter auseinander. — Eine ganz eigenthümliche Erscheinung tritt bei den besprochenen Diaphragmen auf: Während die dieselben constituirenden Zellen (Fig. 18b) Conturen zeigen, welche einem regellosen Flächenverbande entsprechen, findet man in der Mitte der Fläche eine einzige Zelle, welche sich von den übrigen durch ihre Grösse und kugelige Form unterscheidet. Ein weiteres Merkmal dieser Zelle ist der braune Inhalt, der sie sofort in die Augen springen lässt. Auf dem Profilschnitt zeigt diese Zelle mit den benachbarten des Diaphragmas ein Bild, welches an die Bildung der Zygosporen bei den Conjugaten erinnert.

Was die Elemente des fertigen Blattgewebes (Fig. 16a und b) angeht, so sind dieselben wesentlich zweierlei Art: Entweder lange bauchige Cylinderzellen, welche auch einen grösseren Querschnitt zeigen wie die übrigen und gleichsam das Gerüst des Mesophylls ausmachen, oder solche, deren Querschnitt etwas kleinern Umfang zeigt, und deren Dimensionen allseitig beinahe gleich sind. Letztere constituiren die Fachwände zwischen den grossen Zellen und trennen die Lufträume von einander. Die Epidermis des Blattes besteht aus kleinen viereckigen Plattenzellen, welche nichts aufweisen, worauf sich die Bezeichnung Cuticula anwenden liesse; die darunter liegende Zellschicht läuft continuirlich fort, ohne aber dabei besondere Regelmässigkeit zu zeigen, was schon darum nicht der Fall ist, weil in derselben die erwähnten Säulenzellen mit den kleinern abwechseln. Eine weitere ununterbrochene Schicht findet sich nie, vielmehr schliessen an die kleinen Zellen der ersten Lage die Hohlräume direkt, an die grossen die Längswände derselben an.

Die Blattspuren verlieren die ausgesprochene Zweiseitigkeit beim Eintritt in den Stamm alsbald und ziehen in sanften Curven abwärts, zunächst miteinander und dann mit den dem Stolo eigenen Strängen verschmelzend. So zeigt der Längsschnitt des Stammes in der Nähe der Insertion der Blätter noch einigermassen differenzirte Stränge, welche durch das aus polygonalen Zellen bestehende Bindegewebe hinziehen, tiefer dagegen unregelmässigere Gruppen von feinen Fasern. Auf dem Querschnitt (Fig. 26) stellt sich der ältere Stamm dar als bestehend aus einer Epidermis mit plattenförmigen Zellen, vielfach von zahlreichen Wurzelanlagen zerrissen, einer Rindenschicht aus polygonalen grossen Zellen von vielen Luftgängen durchzogen und dem Centralkörper mit feinen Fasergruppen durchsät, deren Anordnung vollständig alle Anhaltspunkte zur Entwirrung vermissen lässt. Ganz davon abgesehen, dass die procambialen Bündel unserer Pflanze ausser der geringen Differenzirung der mittleren Blattstränge vollständig homogen sind, geben dieselben auch im Innern des Stammes alle scharfe Umgrenzung ihrer Individualität auf, und lässt sich nur ihre regellose Masse als solche einer Betrachtung unterziehen. Wenn also im Innern dieser centralen Masse kein Bündel als fest umgrenzt erkannt werden kann, so ist dieses selbst, als Ganzes eingeschlossen von einer wohl unterscheidbaren Gefässbündelscheide (Fig. 26 gsch), welche sich beim frischen Präparate durch den Mangel an Stärke abhebt, während die Zellen der Rinde und die zwischen den Fasern liegenden reichlich damit versehen sind.

Aus dem Gewirre an der Basis des Stammes, da wo der Rest des eigentlichen Stolo sich befindet, gehen aus dem letzteren zwei oder drei Bündel in den Stamm über.

Die Entwicklungsgeschichte kann über diese wirre Masse der Faseraggregate im centralen Theile des Stammes nur insofern einiges Licht verbreiten, als zu beobachten ist, wie sowohl die in den ersten Blättern als auch Blüthenstielen und vegetativen Sprossen des Stolo entwickelten Stränge sich den dem Stolo eigenen Bündel anlegen und somit als Aeste derselben erscheinen. Eine Regel bei dieser Verästelung resp. Gabelung konnte ich nicht auffinden, da der Verfolg bei zunehmendem Alter des Stolo wie gesagt unthunlich wird.

Die breiten Blattflanken verschmälern sich nach oben sehr schnell, ohne jedoch eine ausgesprochene Scheide zu bilden und die eigent-

liche Spreite hat im fertigen Zustande die Eingangs beschriebene schmal bandförmige Gestalt.

Aus dem Dermatogen des neutralen Blattgrundes entstehen, ebenfalls schon beim dritten Blatte, die ersten Ligulargebilde, die mit einer Scheitelzellreihe fortwachsen, bald aber durch intercalare Theilungen wenigstens an ihrer Basis eine grössere Stärke erhalten. Trotzdem bleiben sie immerfort häutige, pfriemförmige Zipfelchen, deren nachträglich noch neue eingeschoben werden und welche dann, in einer Anzahl (Fig. 12) bis zu sechs zwischen den Blättern eingefügt, den allzugrossen Druck der ältern Blätter auf die jüngern und die in ihren Achseln befindlichen Neubildungen verhindern mögen, wenn der innere Theil durch dauerndes Wachsthum an Ausdehnung gewinnt.

Was die Blattstellung betrifft, so wird dieselbe nach Anlage der jungen Höcker höchstens durch Verschiebungen, die das Wachsthum der Sprosse hervorbringt, geändert. Denn einerseits werden bei *Vallisneria* selbige zu gleicher Zeit mit dem Tragblatte oder gleich nach ihm gebildet, wie später näher erläutert werden soll; anderseits haben dieselben grade in der ersten Jugend im Verhältniss zum Blatte die beträchtlichste Grösse und treten erst im weitern Verlauf der Entwicklung mehr und mehr gegen letzteres zurück. Rohrbach's [1]) Auffassung der Blattstellung ist etwas complicirt und gezwungen und da dieselbe ohne Beispiel dasteht, so liess sich erwarten, dass bei genauerer Untersuchung einfachere Verhältnisse sich herausstellen würden. Dieselben zu ermitteln zeichnete ich die durch die Gegend des Vegetations-Punktes geführten Querschnitte (Fig. 12) genau mit dem Prisma und projicirte die Mediane der Blätter, die auch bei den jüngsten schon gegeben ist durch das mittlere Bündel, auf die Peripherie eines Kreises

---

1) „Was die Stellung der Laubblätter in Bezug auf die beiden letzt vorhergehenden, stets rechts und links stehenden Niederblätter betrifft, so folgen gewöhnlich mehrere Paare, seltener nur eines, deren Medianebene mit der des letzten Niederblattpaares zusammenfällt, die sich also ohne Prosenthese nach $^1/_2$ Divergenz aneinander schliessen, dann aber folgt plötzlich ein Blatt dem Vorhergehenden mit dem Uebergangsschritt $\frac{1-{}^1/_2}{2}$, so dass nun die Medianebene der folgenden Paare mit der der vorhergehenden einen Winkel von 90° macht. Mehrere Paare folgen dann in der neuen Stellung, bis nach einer unbestimmten Anzahl von Blättern wiederum ein Umsetzen in die alte erfolgt."

um den Scheitel als Mittelpunkt, wobei also zugleich auf die vorhandene geringe Asymmetrie des Laubblattes Rücksicht genommen wurde. Bei dem beschriebenen Verfahren stellte sich heraus, dass der Uebergangsschritt von einem Blatte zum folgenden als Theil des Kreises nahezu constant ist und die Mediane des achten Blattes beinahe über die des ersten zu stehen kommt. Die vier Niederblätter, mit welchen bei der Blattbildung am vegetativen Spross begonnen wird und welche die Knospen umhüllen, setzen die Spirale der Laubblätter regelmässig fort. Auf diese ist bei Rohrbach besonders Gewicht gelegt, da sie unter allen Fällen zwei gekreuzt decussirte Paare bildeten; wenn die Opposition eine „nicht genaue" genannt wird, so ist diese Einschränkung aber nur auf die Höhe der Insertion bezogen.

Als Analogon für die bei *Vallisneria* beobachtete Blattstellung, welche, wie gezeigt, eine schraubige mit der allerdings nicht häufig vorkommenden Divergenz $^3/_7$ ist, sei hier der *Musa Cavendishii* Erwähnung gethan, deren Laubblätter nach Hofmeister [1]) dieselbe Anordnung zeigen.

Die Ligulae oder Squamulae, wie Irmisch sie nennt, zeigen bezüglich ihrer Stellung und Anzahl keine Constanz; sie finden sich nicht nur zwischen den Laubblättern, sondern werden auch zwischen Spatha und Blüthe resp. Inflorescenz (Fig. 22, 31) eingeschaltet.

Wenden wir uns nun der Entstehung der Seitensprosse zu.

Bei den hierauf bezüglichen Untersuchungen wurde ich zunächst von dem Bestreben geleitet, zu prüfen, ob die den Seitenspross erzeugende Axe genetisch als höherer Ordnung zu betrachten sei, oder ob beide, Spross und die die ursprüngliche Wachsthumsrichtung fortsetzende Stammspitze gleiche Werthigkeit besässen, welche Frage schon früher von Rohrbach und neuerdings von Warming behandelt und von beiden Autoren in letzterem Sinne beantwortet worden ist. Die vegetativen Neubildungen [2]), welche in mässiger Zahl, jedesmal nach der Entwicklung von 3—4 Laubblättern vom Individuum gebildet worden, entstehen durch Theilungen im Periblem des Scheitels, der fortwachsenden

1) Allgem. Morph. der Gew.

2) Solche Ausdrücke und Bezeichnungen, welche eigentlich die Deutung des zu besprechenden Produktes als Anlage eines vegetativen Sprosses voraussetzen, konnten, ohne vorzugreifen, nicht vermieden werden.

Spitze sehr nahe. Ob die Anlage derselben gleichzeitig mit der des Tragblattes oder sogar vor derselben geschieht, ist nicht leicht zu beurtheilen. Denn wenn auch das gebildete Produkt einige Zeit nach seiner Entstehung ziemlich lebhaft wachsend den wallförmigen Blatthöcker, hinter welchem es liegt, überragt (Fig. 7. u. 8), so ist damit noch nicht die spätere Entstehung des Blattes bewiesen. Im Uebrigen fand ich niemals den Höcker anders als zugleich mit der Blattanlage, und da ich auch Präparate erhielt, welche das Blatt auch in sehr frühem Stadium der Entwicklung älter wie den Spross erscheinen liessen, so stimme ich mit Rohrbach darin überein, dass die Anlage des Sprosses in der Achsel des schon vorhandenen Blatthöckers wenigstens wahrscheinlich sei, in welchem Falle also die Bezeichnung „Achselprodukt" nicht unpassend erscheint.

Ob aber das Achselprodukt durch sogenannte „Theilung" des Vegetations-Kegels erzeugt wird oder nicht, diese Frage ist, selbst wenn die Entstehungsfolge von Blatt und Achselprodukt vollkommen festgestellt werden könnte, doch durchaus noch nicht beantwortet. Trotzdem ist es auch nicht erlaubt über die Entstehung der Neubildung nach dem von R. Pedersen abgeleiteten[1]) Satze: „Un bourgeon placé à l'aisselle de la feuille la plus jeune provient toujours de la ramification du cône végétatif" aburtheilen zu wollen; es kommt lediglich auf den Ort der ersten Anlage des in Frage stehenden Produktes an. Es ist nämlich festzustellen, ob dieselbe einseitig auftritt, gleichviel in welchem Umfange, während der Scheitel ununterbrochen fortwächst, oder ob mit Aufgabe der früheren Wachsthumsrichtung zwei neue gleichzeitig durch Theilungsvorgänge geschaffen werden.

Ehe wir zu genauen Erörterungen über den fraglichen Punkt übergehen, wollen wir die weitere Entwicklung des Achselproduktes noch etwas weiter verfolgen: So lange das junge Achselprodukt ein noch einfacher aber verhältnissmässig grosser Gewebehöcker (Fig. 2—9) ist, macht er bezüglich seines Volums der fortwachsenden Stammspitze Concurrenz; diese wird sogar etwas aus der ursprünglichen Wachsthumsrichtung abgelenkt. Dennoch war bei meinen zahlreichen Präparaten die primäre Axe nicht nur kenntlich, sondern immer

---

1) Journal botanique (Botanik tidskrift).

vorherrschend, so dass die Neubildung im ganzen Verlaufe ihrer Entwicklung niemals jener gleichartig gelten konnte. Zur Zeit der weitern Differenzirung des Achselproduktes (Fig. 9) erreicht die Ablenkung der primären Axe, welche ihrerseits schon die nächsten Blattanlagen hervorgebracht hat, ein Maximum. (Bei einem Präparate betrug dieselbe sogar 45—50 Grad.) Der Scheitel nimmt bald die Richtung seines Wachsthums vor Erzeugung der Neubildung wieder auf und dies findet sich dann in der Achsel des Tragblattes, die weitere Ausbildung der Pflanze nicht im Geringsten hindernd.

Nachdem nun die Thatsachen bezüglich der Anlage und ersten Entwicklung im Allgemeinen festgestellt, wenden wir uns zur Discussion der Eingangs dieses Abschnittes aufgestellten Alternative, ob der Entstehungsmodus des erzeugten Gebildes „Theilung" in dem zur Zeit üblichen Sinne zu nennen sei oder nicht. Rohrbach spricht sich bezüglich des fraglichen Herganges bei unserer Pflanze, nachdem er ähnliche Vorgänge im Pflanzenreiche, von den *Cryptogamen* beginnend, durchmustert und gesichtet, ganz bestimmt für Theilung aus, da die mittlere Partie des Scheitels die Zelltheilung unterlassend im Wachsthume zurückbliebe, zwei seitliche dagegen durch lebhafte Zellvermehrung fortwüchsen und einerseits die Fortsetzung der frühern Axe, anderseits das Achselprodukt bildeten. Hiernach wäre also (Fig. 9 a, b) nicht I, I', I'' derselben, nämlich erster Ordnung, ferner II, II' und IIa zweiter Ordnung, III dritter Ordnung, sondern I erster, I' und II zweiter, I'', II'', IIa und III dritter Ordnung.

Legen wir nach Anführung dieser Ansicht Rohrbach's denselben Massstab für die Beurtheilung des fraglichen Punktes an, so stimmen ersichtlich meine eignen Beobachtungen mit denen des genannten Autors nicht überein, einmal, weil es mir nicht gelang, die mittlere Gewebepartie, welche im Wachsthum zurückbleibt, nachzuweisen; vielmehr fand ich zu der Zeit, wo die ersten Theilungen zu Gunsten der Neubildung zu erwarten waren, noch eine solche genau unter der Spitze des Stammscheitels, in der äussersten Periblemlage. Dann aber findet man die beiden Höcker, wie gesagt, niemals gleich voluminös; am besten tritt dies bei Aufsichten zu Tage, da die Zellkurven, welche die Dermatogen-Initialen des primären Scheitels umschliessen, immer zahlreicher sind, als die entsprechenden der Neubildung. Eine Theilung des Scheitelgewebes, wie sie von Rohrbach

dargestellt wird, findet also bei Erzeugung der Achselprodukte von *Vallisneria spiralis* nicht Statt.

Warming legt in der citirten Arbeit über die Sprossbildung bei den Phanerogamen dem Vorgange allerdings noch denselben Namen wie Rohrbach bei, jedoch stehen seine Angaben und Abbildungen im wesentlichen durchaus nicht im Widerspruche mit meinen Beobachtungen. Wenn aber auch die Theilungen, welche behufs der Differenzirung des in Rede stehenden Gewebekörpers im Periblem Statt finden, sich mehr der Scheitelspitze nähern, als man dies etwa bei der Blattbildung gewohnt ist, so kann das nicht befremden, da es sich um die Hervorbringung eines relativ grossen Blastems handelt, und zwar an einer Stelle, wo, so lange nicht durch weiteres Wachsthum des Scheitels Raum geschaffen, keine rein seitliche Partie vorhanden ist, die gross genug wäre, die vorbereitenden Theilungen allein auszuführen.

Die angestellte Betrachtung führt also zu dem Resultate, dass die „sogenannten" Seitensprosse der *Vallisneria* genetisch als Tochtersprosse der Hauptaxe aufzufassen sind, welche also während der ganzen Vegetation dieselbe bleibt (Monopodium). Abgesehen davon, dass der Aufbau der erwachsenen Pflanze wohl nicht anders wie nur als Monopodium aufgefasst werden kann, so beruht die ganze Eigenthümlichkeit der Erscheinung in der Anlage darauf, dass die Neubildungen an einem schwach gewölbten, von wenig Zellen gebildeten Vegetations-Punkte gleichzeitig oder (wahrscheinlicher) gleich nach dem jüngsten Blatte erzeugt werden.

Gehen wir nun zur Beantwortung einer anderen Frage über, welche vielleicht auf die eben angestellte Discussion noch mehr Licht werfen wird: Man hat bei Untersuchungen über Sprossbildung *Vallisneria* mit in dieselben hineingezogen, indem vorausgesetzt wurde, dass man es in diesem Falle wirklich mit der Erzeugung vegetativer Sprosse zu thun habe. Es bleibt aber noch zu untersuchen, ob Letzteres der Fall sei oder nicht, und hat man, so viel mir bekannt geworden, noch keine Veranlassung genommen, dem Gewebekörper, der zeitweilig aus dem Gewebe des Scheitels unserer Pflanze heraus differenzirt wird, eine andere Bedeutung als die der ersten Anlage eines vegetativen Sprosses beizulegen. Der erste Zweifel an der bisherigen Deutung kam mir bei Untersuchungen über die Blüthenentwicklung. Wenn ich den Ort der ersten Anlage junger Blüthen resp. Inflorescenzen ermitteln wollte,

wurde ich immer bis in unmittelbare Nähe des Scheitels geführt (Fig. 3); dort ging mir alle Spur verloren, da die jüngsten doch schon zu weit entwickelt schienen, um nicht schliessen zu müssen, es befänden sich nothwendig noch jüngere Anlagen in den Achseln später angelegter Blätter. Da nun das nächst jüngere Achselprodukt eben am Scheitel angelegt wurde, so blieb kein anderer Ausweg, als dies für eine Blüthe zu erklären. Allein, dann entstand dieselbe Schwierigkeit für die erste Anlage des Laubsprosses, da diese auch nicht in der Achsel eines älteren Blattes zu finden war; und überdies konnte nur eine Blüthe am Scheitel erzeugt werden, da derselbe nicht mehrere Achselprodukte von der fraglichen Art hintereinander hervorbringt. Thatsächlich werden aber drei oder auch mehr Blüthen in einer Blattachsel angetroffen; es müsste also von ganz gleichwerthigen Bildungen die eine eine Genesis haben, die ganz anderer Art wäre wie die übrigen. Dass durch die Abscheidung des Gewebekörpers am Vegetations-Punkt wenigstens nicht immer ein Laubspross angelegt wird, ist schon damit bewiesen, dass Fälle anzutreffen sind, wo wirklich der Complex von Achselprodukten, wie er sich von einem älteren Blatte umschlossen vorfindet, nur aus Inflorescenzen zusammengesetzt ist, indem auch der gewöhnlich vorkommende Laubspross durch eine solche, die seine Stelle einnimmt, vertreten[1]) wird. Aus diesem Grunde ist es auch schon von vorne herein unwahrscheinlich, dass die Blüthen resp. Inflorescenzen als Axen niederer Ordnung aus dem zuerst angelegten Laubsprosse ihre Entstehung nehmen sollten. Aber auch thatsächlich konnte ich diese Entwicklung der Organe nicht bestätigen, wenn ich auch geneigt war, mit Rohrbach die Tragblätter als unterdrückt und das angenommene Abhängigkeitsverhältniss als später vollständig verwischt anzusehen. Aus meinen Beobachtungen hat sich vielmehr ergeben, dass der zuerst in der Achsel des jüngsten Blattes, nach oder gleichzeitig mit diesem vom Scheitelgewebe seitlich hervorgetriebene Höcker, das gemeinschaftliche Podium sämmtlicher sich später in dieser Blattachsel vorfindenden secundären Axen darstellt. Die in Betracht kommenden Punkte der Entwick-

---

1) Die Beobachtung dieser Vertretung wurde allerdings nur bei männlichen Pflanzen gemacht, da ich früher, als ich hauptsächlich weibliche Exemplare den Beobachtungen unterzog, auf dieselbe nicht geachtet.

lung sind nämlich folgende (Fig. 2—13): Als einfacher Gewebekörper besitzt das Blastem eine paraboloïdische Form, die aber zur Zeit seiner weitern Differenzirung aufgegeben wird. Die gewölbte Spitze flacht sich etwas ab, und auf der Fläche, ein wenig nach dem Rande zu, entstehen zuerst rechts und links (Fig. 10) in Bezug auf die Hauptaxe, beinahe gleichzeitig zwei Aufbuchtungen des Gewebes; später an den beiden noch freien Punkten vorne und hinten eben solche. Dabei ist zu bemerken, dass diese secundären Bildungen sich nicht genau um das morphologische Oberende des Podiums gruppiren, sondern es scheint mehr die Richtung der Hauptaxe massgebend zu sein, indem sämmtliche Höcker an demselben so auftreten, dass sie beinahe senkrecht auf dem Horizontalschnitt durch den Hauptstamm stehen und durch einen solchen zugleich von dem Podium getrennt werden können. Die beiden zuerst entwickelten Höcker strecken sich in die Länge und machen sich bald durch Differenzirung von Spathablättern als Blüthen kenntlich; von den beiden andern ist derjenige, welcher der Hauptaxe zugekehrt ist, ebenfalls die Anlage einer Blüthe und das jüngste der Produkte. Der zeitlich und örtlich vor diesem sich entwickelnde Laubspross kann, wie früher bemerkt (vgl. d. Anm. S. 48), auch durch eine vierte[1]) Blüthe, beziehentlich Inflorescenz, vertreten werden. Die Differenzirung des zuerst gebildeten Blastems zur Herstellung des in der Achsel des vierten Niederblattes befindlichen Knospenaggregates, beobachtete ich am schönsten an einem Laubspross dritter Ordnung: In der Achsel eines Niederblattes fand sich nämlich ein winziger Laubspross, der seinerseits schon eine neue vegetative Knospe in der Achsel eines seiner Niederblätter trug; dieser Spross hatte nur die ersten Phyllome differenzirt und trug in der Achsel des vorletzten das Podium, auf welchem sich eben zwei Blüthenhöcker erhoben. Aber auch bei der Bildung des Aggregates von Knospen in den Achseln höherer Blätter überzeugt man sich leicht durch Querschnitte (Fig. 12), dass zu der Zeit, wo der Hauptscheitel ein neues Achselprodukt abscheidet, die nächst älteren, in der Achsel des dritten oder vierten Blattes sich

1) In ganz vereinzelten Fällen kommen mehr als drei Inflorescenzen vor; es ist anzunehmen, dass die überzähligen aus dem Podium nachgeschoben werden. In einem untergeordneten Verhältniss zu einer der vorhandenen Bildungen stehen sie nämlich nicht.

vorfindenden, wenig entwickelten Knospen auf einem gemeinschaftlichen Podium aufsitzen.

Die gegenseitige Stellung der betreffenden Glieder in späteren Entwicklungsphasen und sogar im fertigen Zustande (Fig. 11) lässt noch deutlich die vorhin geschilderte Art ihrer Entwicklung erkennen. Zwei ältere Inflorescenzen stehen zu beiden Seiten; zwischen beiden, etwas zurücktretend die dritte etwas jüngere und im Vordergrunde der Laubspross. Die vier Punkte, welche den Grundriss (Fig. 11b) darstellen würden, bilden die Ecken eines rhombischen Vierecks, dessen stumpfe Winkel nach dem Tragblatte und der Hauptaxe gerichtet sind. Der vordere Winkel ist etwas kleiner als der hintere, der Laubspross also etwas nach vorne gestellt.

Rohrbach, welcher, wie schon früher bemerkt wurde, die Anlage des Podiums für die des vegetativen Sprosses ansah, erklärt die Entstehung des Knospensystems natürlich auch anders. Aus der Direction der Spathablätter, welche bei zwei Inflorescenzen in Bezug auf das Tragblatt nach vorne und hinten, bei der dritten dagegen, die nebenan steht, nach rechts und links dirigirt seien, folgert er, dass eine Inflorescenz eine vom Laubspross unabhängige Entstehung habe, die beiden dem Laubspross benachbarten aber sich aus diesem entwickeln. Die letzteren nennt der Verfasser Nebeninflorescenzen, die erstere Hauptinflorescenz. „Die erste Nebeninflorescenz", heisst es a. a. O., „entsteht immer auf der der Hauptinflorescenz gegenüberliegenden Seite und zwar als ein aus der zum vegetativen Spross werdenden Anlage seitlich nach hinten herauswachsender Gewebehöcker."

Die angeführte Ansicht stützt sich also auf zwei Punkte: Die Direction der Spathen und die Bildung eines Höckers an dem zuerst angelegten Produkte.

Was zunächst die Stellung der Scheiden betrifft, so habe ich die von Rohrbach angegebene Verschiedenheit derselben nicht ganz bestätigen können. Parallel sind die Ebenen derselben allerdings nicht, wenn man aber berücksichtigt, dass das ganze Sprosssystem sich zwischen Axe und Tragblatt (also in einen gekrümmten Raum) einschmiegen muss, so wird man anerkennen müssen, dass sämmtliche Inflorescenzen Spathen besitzen, deren Blätter in Bezug auf das Tragblatt nach vorne und hinten gerichtet sind.

Das andere bestimmende Moment widerspricht unserer Beobachtung nicht, da ja das zuerst aus dem Podium differenzirte Gebilde eine Inflorescenz ist. Eine der seitlich stehenden Inflorescenzen soll nach Rohrbach sich unabhängig vom Laubspross entwickeln. Diese „Entwicklung" hat er selbst nicht beobachtet, er spricht wenigstens von der „Hauptinflorescenz" nicht weiter. Nehmen wir trotzdem einen der seitlich stehenden Blüthenstände als solche an (welche, ist vollständig gleichgültig).

Da diese jedenfalls eine der zuerst entwickelten ist, so bleiben noch zwei, von denen die eine vor, die andere nach dem Laubspross entwickelt wird. Die Entwicklung einer derselben aus dem Laubspross nach Rohrbach's Darstellung ist unmöglich. Denn die eine Inflorescenz (seitliche) kann, eben weil sie vor dem Laubspross entsteht, nicht aus diesem ihren Ursprung nehmen; die andere (hintere) entsteht allerdings nach der vegetativen Knospe, aber sie kann von Rohrbach nicht gemeint sein, weil er von der ersten Nebeninflorescenz spricht.

Der genannte Verfasser hat also richtig beobachtet, und zwar die Entstehung eines Blüthenstandes aus dem Podium, aber insofern sich in der Deutung geirrt, als er das Podium für die Anlage des Laubsprosses nahm und irrthümlich das Vorhandensein einer Inflorescenz neben demselben annahm.

Das Verhalten der *Vallisneria spiralis* bei Erzeugung der von einem Blatte umschlossenen Achselprodukte zeigt Aehnlichkeit mit dem Entwicklungsvorgange bei *Pistia Stratiotes*[1]): Es wird bei dieser Pflanze, welche auf der niedrigsten Stufe der *Spadicifloren* steht, also unserer Uebergangsform doch ziemlich nahe, als „ein seitliches Epiblastem eine Zellmasse abgeschieden, die sich später erst in Blatt, Blüthenstand und primäre Ligula differenzirt"[2]). Der sich neben dem Blüthenstande befindende, von diesem ebenfalls durch ein Blatthäutchen getrennte Laubspross wird später aus der Blattachsel heraus differenzirt. Beiden Pflanzen gemeinschaftlich bleibt dies, dass aus einem am Scheitel unmittelbar angelegten Podium verschiedene Organe sich entwickeln. Bei *Vallisneria* nimmt das Blatt

---

1) Vergl. vorstehende Abhandlung von E. Kubin „Zur Entwicklungsgeschichte von *Pistia Stratiotes*".

2) Dieselbe Abhandlung S. 10 u. ff.

aus dem gemeinschaftlichen Podium nicht seinen Ursprung, weil eben nicht alle Blätter Achselprodukte bergen, daher der Entstehungsmodus des Blattes zu verschiedenen Zeiten ein verschiedener sein müsste; bei *Pistia* dagegen ist in der Blüthenregion das Vorhandensein der drei bezeichneten Organe ein constantes. Trotzdem bleibt eine Analogie dadurch, dass der Zeitunterschied zwischen der Entwicklung von Podium und Blatt ein so geringer und schwer bestimmbarer ist.

An die festgestellten Thatsachen möge noch die Bemerkung geknüpft werden, dass unsere Pflanze ein interessantes Beispiel bietet für einen vorkommenden Bildungsmodus eines Systems von Knospen in einer Blattachsel; es sind nämlich die beiden zuerst gebildeten collateral, die beiden letzten superponirt.

Die bisher geschilderte Entwicklung geht in den Wintermonaten mit grosser Energie vor sich, wie daraus ersichtlich, dass dann zur Zeit der Anlage von Epiblastemen die kurz vorher gebildeten schon weit differenzirt sind (was auch die Beobachtung der Zwischenstadien erschwert), und dass in noch jungen Knospen ein ganzes ineinander geschachteltes Sprosssystem von bedeutender Entwicklung sich vorfindet (vgl. S. 49).

Dann tritt ein Stillstand in der vegetativen Ausgestaltung ein. Erst nach dem Blühen wird diese wieder lebhaft aufgenommen: Die Knospen entfalten sich und das ganze Sprosssystem löst sich durch Streckung der Internodien unterhalb der ersten Niederblätter in Individualitäten auf.

Am Grunde des Stolo werden innerhalb der ersten Niederblätter[1]) die Wurzeln in grosser Anzahl gleichzeitig mit den Blüthen angelegt, welche während der Auflösung des Knospensystems die Blätter durchdringen und das neue Individuum zur selbstständigen Vegetation befähigen. Auf den Bau derselben und ihre Entwicklung soll nun etwas näher eingegangen werden.

Da eine Befruchtung der weiblichen Blüthen unter den Umständen, wie sie der Vegetation der Pflanze im hiesigen botanischen Garten geboten werden konnten, nicht zu erzielen war, so bilden den ganzen Bestand der hier cultivirten Pflanzen nur Individuen, die auf ungeschlechtlichem Wege, durch Stolonenbildung, aus den ursprünglich vor-

---

1) Gleich über deren Insertion.

handenen hervorgegangen sind. Diese Vermehrung ist eine sehr lebhafte und ergiebige und scheint auch in der Heimath der Pflanze ein wesentliches Mittel zur Erhaltung der Art zu sein. Aus besagten Gründen kann also von einer Hauptwurzel im Folgenden nicht die Rede sein. Das Individuum wird nach unten begrenzt entweder durch den Stolo selbst, welcher lange Zeit vegetirt und eine erhebliche Stärke erlangt, oder durch ein Rudiment desselben, nachdem er abgefault ist. Im ersteren Falle findet man häufig eine ganze Generation an einem scheinbar einzigen allmählich sich verdünnenden fadenförmigen Ausläufer, was daher rührt, dass die Niederblätter weggefault sind und so der Stolo des Tochtersprosses als Verlängerung desjenigen des Muttersprosses erscheint. Was überhaupt bei solchen auf ungeschlechtlichem Wege hervorgebrachten Individuen von Wurzeln vorhanden ist, sind haarförmige, unverzweigte Seitenwurzeln, welche am Grunde der Niederblätter, wie auch unterhalb derselben, in überaus grosser Zahl hervorbrechen. Ihre Entstehung (Fig. 36) ist eine rein endogene, und die junge Wurzelanlage bietet noch im Gewebe eingeschlossen, eben im Begriffe durchzubrechen, folgende Structur: Es sind eine Anzahl Kappen wahrzunehmen, deren successive Entwicklung durch Spaltung des Dermatogens an der Wurzelspitze sehr schön zu beobachten ist. Die Zellen der äussersten Kappen sind mit einem braunen Inhalt gefüllt.

Das von der Haube umschlossene Gewebe des Scheitels zeigt keine auffällige Differenzirung; indess sind die Zellen in Curven geordnet, die auf den Scheitel zusammenschliessen. Die äusserste Schicht umschliesst das Gewebe continuirlich; sämmtliche Zellen desselben sind flach und lässt sich annehmen, dass dieselben ihre eigenen Initialen haben, wenn solche sich auch durch die Form nicht wohl zu erkennen geben. Die übrigen Curven reduciren sich der Zahl nach über den Scheitel auf wenige Initialen.

Dem Bau der fertigen Wurzel entsprechend lassen sich die Reihen des in Rede stehenden Gewebes in zwei Gruppen sondern, deren eine (Periblem) der späteren Rindenschicht entsprechende, ihre Entstehung aus (zwei) im Scheitel liegenden Initialen nimmt, deren andere sich meist auf eine einzige solche Zelle zurückführen lässt. Uebrigens ist diese Differenzirung, wie schon bemerkt, nicht augenfällig. Holle's[1])

1) H. G. Holle, Ueber den Vegetationspunkt der dikotylen Wurzeln.

Beobachtung gemeinschaftlicher Initialen[1]) des Dermatogens und Periblems im Jugendzustande der Vallisnerienwurzel liegen wohl noch frühere Stadien in der Entwicklung zu Grunde.

Tangentiale Theilungen (Fig. 37) wurden von mir in den über der äussersten continuirlichen Curve im Gipfel liegende Zellen, welche vorhin als Initialen des Periblems bezeichnet wurden, beobachtet. Diese scheinen jedoch den typischen Bau, nämlich das Zusammenschliessen der Curven nicht zu verwischen, nur die Zurückführung der Reihen auf Initialen zu erschweren.

Ist die Wurzel durch das Gewebe der Rinde hindurchgedrungen (Fig. 37 und 38), so werden nicht viele neue Kappen mehr entwickelt, wenigstens lehrt ein vergleichender Blick auf die Spitze eines langen Wurzelfadens und ein solcher der eben hervorgebrochenen Wurzel, dass die Haube bei dieser nicht viel stärker ist wie dort.

Ueberhaupt bietet die ältere Wurzelspitze nichts Auffallendes gegen den Jugendzustand, wie aus der Abbildung zu ersehen ist.

Das definitive Dermatogen bei der älteren Wurzel (Fig. 40a) stellt sich dar als zusammengesetzt aus parallelepipedischen Zellen, deren Aussenfläche etwas vorgewölbt, aber kaum verdickt ist. Dieselben zeigen eine mauerverbandartige Fügung (Fig. 41a) und sind mit einem braunen Inhalte erfüllt. Der Verband der inneren Zellen, welche immer länger sind und eine bauchig-prismatische Form haben (Fig. 41b), ist ein ziemlich regelmässiger, radialer. Durch Auftreten von radialen Theilwänden in den etwas kürzeren Zellen der äusseren Schicht wird es ferner ermöglicht, dass die seitliche Verbindung der angeführten radialen Reihen gelockert wird und sich Luftgänge bilden, welche der Länge nach durch die Wurzel verlaufen.

Aus einer centralen Zellreihe der jungen Wurzel gehen durch senkrechte Theilwände feine Fasern hervor (Fig. 41c und 39), dieselben, wie sie überhaupt in allen Bündeln der Pflanze vorkommen.

---

1) Gen. Abh. Bot. Zeit. 1877 (Nr. 34). Der typische Bau der Monokotylenwurzeln, bei welchen die Curven auch auf dem Gipfel deutlich sind [bei andern ist dies nicht der Fall], zeigt eine einfache Schicht gemeinsamer Initialen des Dermatogens und Periblems.

Vallisneria spir. bildet entwicklungsgeschichtlich ein Bindeglied dieser Gruppen, insofern ursprünglich gemeinsame Initialen des Dermatogens und Periblems vorhanden sind, die aber später tangential getheilt werden.

Das so angelegte, aus wenigen[1]) der besagten Elemente bestehende, centrale Bündel der Wurzel wird aber noch vergrössert durch die angrenzenden Zellreihen, und zwar in der Weise, dass der durch eine tangentiale Wand abgeschnittene, nach dem Centrum zuliegende Theil noch mit zur Bildung von Fasern benutzt wird, die etwas grösser von Umfang sind wie die primären. Während dieser Theil einer solchen, dem primären Bündel benachbarten Zelle ungetheilt bleibt, kommen in dem andern mit zur Diaphragmenbildung verwandten Segmente radiale Wände vor, und wird dem entsprechend die Zahl der Diaphragmen jedesmal um eines erhöht.

Die Zahl der Wurzeln oder Anlagen derselben in der entsprechenden Region des Stammes ist so zahlreich, dass man jeden Querschnitt durch dieselbe von solchen sternförmig umgeben findet. Ihre Bündel streichen ebenfalls radial und horizontal, sanft abwärts geschwungen durch den äusseren Theil des Gewebes (Rinde) bis zu der früher besprochenen Strangscheide; die letztere biegt an der Eintrittsstelle (Fig. 26) nach aussen, einen um das Wurzelbündel zusammenschliessenden Cylinder bildend. Die primären Fasern des Bündels biegen sich gleich nach ihrem Durchtritt durch die Gefässbündelscheide der Centralmasse steil abwärts und verlieren sich, nachdem sie eine Zeit längs jener gelaufen, im Innern. Beschriebenen Verhaltens wegen zeigt sich auf nicht zu feinen Schnitten, der Wurzelanlage gegenüber, hinter der Strangscheide (Fig. 26) der Querschnitt einiger Fasern.

4. Blüthenentwicklung.

a) **Die weibliche Blüthe** (Fig. 19a—22).

Die jüngsten Stadien in der Entwicklung der weiblichen Blüthe sind von Châtin in der Eingangs citirten Arbeit allerdings richtig beschrieben, es fehlt aber die Angabe des Ortes, an welchem diese Anlagen zu finden sind. Es ist dies aus dem Umstande zu erklären,

1) „In der Wurzel von *Vallisneria* ist nach Tieghem nur eine, einen axilen Gang einschliessende und von der Endodermis umschlossene Ringschicht gestreckter Zellen als Bündelrudiment vorhanden.“ (De Bary, Vergl. Anat. der Vegetationsorgane.)

dass von dem Verfasser der Aufbau der Pflanze nicht so aufgefasst wurde, wie wir ihn im vorigen Abschnitte kennen gelernt haben. So lange man nämlich das gemeinschaftliche Podium aller Organe in einer Blattachsel für die Anlage eines Laubsprosses nimmt, wird man nicht leicht die an demselben auftretenden Höcker für Blüthenanlagen gelten lassen.

Diese Höcker nun erstreben zunächst eine gedrungen-cylindrische, oben abgerundete Form; auf dem so gebildeten Polster erheben sich dann gleichzeitig zwei Wülste: Die ersten Anlagen der Spathaphyllome. Die Blüthenaxe verlängert sich, während die beiden Blätter jederseits, rasch sich entwickelnd, diesen mittleren axilären Theil überragen und an den Rändern verwachsen. Letztere Verwachsung ist an der Spitze noch geraume Zeit wahrzunehmen, indem sie sich durch das Vorragen eines Zipfels des oberen Phylloms zu erkennen gibt.

Im Innern des auf diese Weise von den Scheideblättern eingeschlossenen Raumes, und zwar um die Zeit, wo dieselben oben zusammentreffen, sind an der Spitze der verlängerten Blüthenaxe die Höcker der eben angelegten Kelchblätter anzutreffen, welche durch Theilungsvorgänge im Periblem hervorgetrieben werden; auch diese nehmen ziemlich schnell an Grösse zu, während der zwischenliegende Scheitel, schwach gewölbt erscheinend, im Wachsthum zurückbleibt. Erst dann, wenn auch die Kelchblätter den Scheitel überwölben, wird der dreiblätterige Fruchtknoten angelegt, dessen Phyllome[1]) denen des vorhergehenden Kreises superponirt sind. Der Fruchtknoten ist ein unterständiger und die Entwicklung desselben ist die, wie sie gewöhnlich s. z. B. bei den Compositen beobachtet wird. Die aus dem, zwischen den Kelchblättern liegenden, vertieften Vegetationspunkte her-

1) Der erwachsene Fruchtknoten, dessen Gewebe ausser zwei äusseren continuirlichen Zellschichten ein von vielen Lufträumen durchzogenes, lockermaschenförmiges Gewebe zeigt, zu welchem auch die zweite Lage der ihn im Innern auskleidenden Zellen theilweise mit verwandt wird, besitzt drei der Mediane der ursprünglich angelegten Phyllomen entsprechende Gefässbündel (ein solches im Jugendzustand Fig. 27). Diese zeigen, aber nur zuweilen, in etwas die einseitige Entwicklung der Blattbündel. Ausserdem kommen selten kleinere Bündel zwischen den ersteren vor. Eine weitere Analogie mit dem Laubblatt ist gegeben durch das Vorkommen der sonderbaren, bei jenem besprochenen Querdiaphragmen.

vorgegangenen und sich weiterbildenden drei Carpidien verwachsen miteinander, aber gleichzeitig wird auch der selbst noch in der Entwicklung begriffene Kelch mit seinem Podium in die Höhe gehoben; da nun das Wachsthum des eigentlichen Axenendes zur Zeit dieses Vorganges vollständig erloschen ist, so bildet sich durch die geschilderte Streckung eine Höhlung, deren Seitenwand von den drei mit einander verwachsenden Carpidien, deren Boden von dem zur Zeit concav gewölbt erscheinenden Axenende gebildet wird. Diese Höhlung erreicht durch fortdauerndes Wachsthum der Carpidien eine bedeutende Längendimension (im fertigen Zustande zuweilen 1″) und wird gekrönt von den drei herzförmig ausgeschnittenen Narben, den Spitzen der Carpidien, welche sich mit Narbenpapillen bedecken und eine rothbraune Färbung annehmen. An den Wänden des Fruchtknotens entstehen in grosser Menge, unregelmässig angeordnet, im Ganzen in akropetaler Folge, die orthotropen Ovula, auf deren Entwicklung später etwas näher eingegangen werden soll.

Bisher habe ich das zweite Perigon, welches aus drei feinen, farblosen Schüppchen, besser Zipfelchen besteht, vollständig übergangen. Es gelang mir nicht, bei allen untersuchten Blüthen ein solches nachzuweisen. Als „bifida“, wie die Petaloïde von einigen bezeichnet werden, habe ich dieselben erst später mehrfach deutlich erkannt (Fig. 25a, Formen der Petaloïde). Die betreffenden Gebilde, welche einerseits mit den Carpidien, anderseits mit den Kelchblättern alterniren, sind als kümmerlich entwickelte Blumenblätter zu deuten und nicht als rudimentäre Staubgefässe. (Letztere Bedeutung wurde ihnen von Parlatore beigelegt.) Als Grund für diese Auffassung gilt vornehmlich die Analogie mit der männlichen Blüthe, welche nur männliche Geschlechtsorgane, von weiblichen aber keine Spur zeigt. Ausserdem spricht der Umstand, dass schon Nees von Esenbeck[1]) die in Rede stehenden Zipfel grösser und zweispaltig zeichnete, für unsere Auffassung, indem ihm wahrscheinlich solche Blüthen vorlagen, bei welchen das zweite Perigon als solches besonders gut entwickelt war.

Die Entwicklung dieser Petaloïde (vergl. Fig. 25) ist folgende: Wenn die Carpidien eben begonnen durch rasche Erhebung den Fruchtknoten zu bilden, finden sich kleine aus wenigen Zellen bestehende

1) Genera plantarum 1835; daraus entnommen Reichenbach's Abbildung.

(Marginalwachsthum)[1]) aber doch schon etwas in die Länge gestreckte Höckerchen zwischen ihnen und den Kelchblättern. Dieselben haben ein begrenztes Wachsthum und bilden im fertigen Zustande die vorbeschriebenen Kronzipfelchen. Nach dem Gesagten ist dieser kümmerlich entwickelte Blattkreis ein eingeschobener.

Was schliesslich die Ovularentwicklung betrifft, so hatte Herr Prof. Pfeffer die Güte, mir die von ihm selbst bei gelegentlichen Untersuchungen angefertigten Abbildungen (Fig. 27—29) zur Verfügung zu stellen.

Die Entwicklung der Samenknospe, wie sie aus demselben zu verfolgen ist, habe ich durch meine eigenen Beobachtungen vollständig bestätigen können und bleibt nichts hinzuzufügen. Sie ist folgende: Die Fruchtknotenhöhlung wird im Jugendzustande ausgekleidet von einer Zelllage; jedoch bildet die darunter befindliche auch noch eine ziemlich regelmässige Schicht. Indem nun in dieser letzteren, auf gewisse Punkte beschränkt, neue Wände (Fig. 27) auftreten, wird die oberste Lage dort zu einem kleinen Höcker emporgehoben. Ein auf solche Weise entstandener Höcker stellt dann die erste Anlage der Samenknospe vor. Durch weitere Zelltheilungen wird der Höcker zu einer säulchenförmigen Erhebung (Fig. 28), die im Wesentlichen aus zwei peripherischen Schichten und einer mittleren Zellreihe besteht. Schon frühe zeichnet sich die letzte Zelle dieser centralen Reihe, der zukünftige Embryonalsack, durch etwas grösseren Umfang vor den übrigen aus. Etwas über der Mitte wird nun ein Kranz von Zellen der äussersten peripherischen Schicht dazu benutzt, durch schief auf die, bezüglich der Wachsthumsrichtung der Samenknospe, oberen oder unteren Wände aufsetzende neue Membranen einen entsprechenden Ring von Initialzellen zu bilden. Indem diese nämlich in demselben Sinne nach oben und unten segmentiren, bringen sie das erste Integument hervor, welches also wallförmig um das obere Ende der Anlage, den Knospenkern herum emporwächst.

---

1) Obgleich es mir nicht gelang, wegen der ungünstigen Lage der sich spät entwickelnden Zipfelchen, ihre erste Entwicklung aus einer Initialen zu beobachten, so glaube ich doch die Annahme begründet, dass dieser Kreis von Phyllomen aus dem Dermatogen entsteht wegen der nur zweizelligen Dicke und des Randes, der augenscheinlich Marginalwachsthum zeigt.

Wenn dies innere Integument schon ziemlich hoch emporgewachsen (Fig. 29), nur noch den oberen Theil des Knospenkernes freilässt und der Embryonalsack schon eine ansehnliche Grösse hat, wird genau unter der Insertion desselben ein zweites Integument angelegt, welches ebenfalls marginales Wachsthum zeigt.

Das Merkwürdige bei der weiteren Entwicklung der Ovula von *Vallisneria* ist nun der Umstand, dass die Mikropyle nur von einem einzigen Integumente gebildet wird, indem das zweite, wenn es ungefähr bis zur Mitte des innern gekommen, zu wachsen aufhört, wodurch die Samenanlagen eine entfernte Aehnlichkeit mit einer Eichel oder den noch nicht ganz reifen Früchten von *Taxus baccata* erhalten. Da, wie gezeigt, die zweite äussere Samenhaut spät, nämlich erst dann angelegt wird, wenn die innere schon eine beträchtliche Länge hat, so ist ersichtlich, wie Châtin den Beobachtungen Caspary's gegenüber behaupten konnte, *Vallisneria spiralis* habe nur von einem Integumente umgebene Samenknospen.

An dieser Stelle mögen noch einige Worte über das sonderbare Verhalten des Blüthenstieles eingeschaltet werden. Das Erscheinen der Blüthen an der Oberfläche und wiederum ihr Untertauchen unter den Wasserspiegel geschieht, wie bekannt, durch schraubiges (Ranken) Sichaufrollen des Blüthenstieles. Jedoch ist diese Bewegung keine periodische[1]), d. h. die vorhandenen Windungen erweitern sich nicht zuerst, um die Blüthe hinauf zu befördern, ziehen sich zusammen oder verengen sich, um dieselbe wiederum herabzuziehen; vielmehr ist das Verhalten folgendes: Mit dem energischen Wachsthum beim

---

1) Als solche wird dieselbe z. B. von Dr. J. Leunis (Schulnaturgesch. II. Theil S. 2) dargestellt, begleitet von einer in keinem Theile richtigen Abbildung:

„Zur Zeit der Befruchtung rollen sich nämlich die in dichten Schraubenlinien gewundenen Stiele der weiblichen Blüthen (Fig.) so lange auseinander, bis diese den Wasserspiegel erreicht haben. Sobald sich nun hier die weiblichen Blüthen entfaltet haben, lösen sich die männlichen Blüthen (Fig.) nahe am Boden (?) von ihrem Schafte los, steigen auf die Oberfläche des Wassers, öffnen sich, schwimmen zwischen den weiblichen Blüthen umher und schütten den Pollen- oder Befruchtungsstaub auf die weiblichen Blüthen aus, wodurch diese befruchtet werden, ihre schraubenförmigen Stiele wieder zusammenrollen, untersinken und die Frucht unter dem Wasser zur Reife bringen.

jungen Blüthenstiele Hand in Hand, jedoch in geringerem Masse stark, geht das Entstehen der Spirale, aber so, dass das Aufsteigen lediglich Resultat der Längsstreckung ist. Daher sind die Windungen, wie früher bemerkt, bei Ankunft der Blüthe an der Oberfläche weit und ihrer wenige. Das weitere Wirken der andern ihrer Natur nach noch nicht bekannten Componente bei Aufhörung des Längswachsthums bewirkt das Engerwerden der Windungen und das Niedersteigen der Blüthe.

Es lag nahe zu untersuchen, ob vielleicht der anatomische Bau des Blüthenstieles über das Verhalten und die Natur der betreffenden Componente Aufschluss geben könnte. Beobachtungen in dieser Richtung sind von mir etwas spät angestellt worden und behalte ich mir vor, dieselben weiter fortzusetzen. Das bis jetzt Gefundene ist Folgendes: Zur Zeit der vollständigen Ausbildung der weiblichen Blüthe, während diese an der Oberfläche des Wassers zu finden, zeigt der Blüthenstiel (Fig. 23) ausser der Epidermis aus kleinen tafelförmigen Zellen ohne merkliche Cuticularisirung noch eine zusammenhängende Lage grosser Cylinderzellen, an welche unmittelbar die einzelligen radialen Längsdiaphragmen aufsetzen, welche nach einer inneren centralen Masse hinlaufen. Auch in diesem Mittelcylinder verlaufen der Länge nach Hohlräume; seine Mitte nimmt ein Gefässbündel (vergl. 24a) ein, ähnlich dem im Laubblatte, aber ohne die typische Differenzirung des letzteren.

Soweit wäre der Bau ein nach allen Seiten gleichmässiger. Diese Gleichmässigkeit verschwindet aber durch das Vorhandensein eines zweiten Bündels (vergl. Fig. 24b) auf niedriger Stufe der Entwicklung, welches excentrisch neben dem ersten auftritt. Der Bau des Centralcylinders ist in Folge dessen nur symmetrisch, nicht gleich nach den Richtungen aller Radien. Den beschriebenen Bau fand ich bei allen untersuchten Blüthenstielen von dem angegebenen Alter.

Für die Beobachtung der relativen Entwicklungsenergie der beiden Bündel und der umliegenden Gewebepartien bei zunehmendem Alter, namentlich beim Herabsteigen der Blüthen fehlt mir für einstweilen das Material. Sollte sich herausstellen, dass die Entwicklung des jüngern Bündels noch eine lebhafte ist, während das Wachsthum der anderen erloschen ist, so würde das Zustandekommen der engeren Windungen leicht zu erklären sein.

Der eben erwähnten Structur des Blüthenstieles entspricht, wie bemerkt, ein Aufsteigen desselben in weiten Windungen.

b) Die männliche Blüthe (Fig. 1 und 31—35).

Die Blüthenstände der männlichen Individuen von *Vallisneria* sind vollständig das morphologische Aequivalent der Einzelblüthen bei der weiblichen Pflanze. Es ist dies nicht allein dadurch zu beweisen, dass die Anzahl letzterer und ihre Stellung zu einander und bezüglich des Laubsprosses im fertigen Zustande dieselbe ist wie das Stellungsverhältniss der bezeichneten Organe der weiblichen Individuen. Es hat auch der Theil der Blüthenentwicklung, welcher im ersten Theil dieser Arbeit zur Sprache kam, zur Genüge gezeigt, dass bei Erzeugung der weiblichen Einzelblüthen genau so verfahren wird, wie bei der der männlichen Inflorescenzen.

Die Entwicklungsgeschichte der männlichen Blüthenstände und Blüthen, die jetzt näher betrachtet werden soll, wird den vorausgeschickten Satz näher bestätigen. Eine junge Inflorescenz, die eben aus dem Podium herausdifferenzirt ist und noch keine Blätter angelegt hat, unterscheidet sich natürlich von einer weiblichen Blüthenanlage gleichen Alters gar nicht; hat sie eben ihre zweiblättrige Spatha angelegt, so gewährt sie noch immer denselben Anblick, wie die weibliche Einzelblüthe in demselben Stadium der Entwicklung.

Auch hier wächst die Axe weiter, während die Scheideblätter an Grösse zunehmen; erst dann wird sie derjenigen der weiblichen Blüthe unähnlicher, dadurch, dass diese cylindrisch bleibt, jene sich erbreitert und eine zusammengedrückte Form annimmt (Fig. 31). Zuweilen erscheint der junge Spadix von der Spitze nach unten eingeklüftet oder eingefaltet, allein es ist das eben nur eine Folge ungleichen Wachsthums, und ist an eine weitere Verzweigung desselben nicht zu denken.

Die Spatha ist aus zwei Blättern bestehend, welche am Rande verwachsen und den Spadix vollkommen einschliessen. In einigen systematischen Sammelwerken wird sie eine „Spatha tripartita" genannt. Châtin gibt über die Zahl der betreffenden Phyllome Folgendes an: „La spathe bifide.... est normalement formée de deux (rarement de trois) feuilles opposées." Es scheint dies insofern sehr passend dargestellt, als in den seltenen Fällen[1]), wo wirklich drei Blätter an-

1) Ich fand deren keine vor.

gelegt werden, dies als eine Ausnahme von der Regel anzusehen ist. Warum sollte man nämlich auf Grund einiger Missbildungen die Analogie mit den weiblichen Blüthen derselben Pflanze unberücksichtigt lassen, um vollständige dreitheilige Cyclen zu erhalten?

Die weibliche Spatha, innerhalb welcher die Blüthe als vollkommen cylindrischer Körper sich entwickelt, wird dem gemäss auch durch den seitlich gleich vertheilten, hauptsächlich aber in der Längsrichtung wirkenden Druck in den Verwachsungsnäthen gesprengt; der männliche Spadix, dessen Wachsthum ein mehr unregelmässiges ist, bewirkt auch eine ungleichmässige Ausbreitung der Spatha, welche daher sich abrundet, meist auf einer Seite stark convex, auf der andern etwas concav wird, im ganzen daher zuweilen dreikantig erscheint, was jedenfalls zur Beurtheilung derselben als einer dreiblätterigen beigetragen hat. — Aus dem Gesagten ist auch klar, dass die Spatha nicht in den Näthen der beiden verwachsenen Blätter aufreisst, sondern unregelmässig, oft in drei (ungleiche) Lappen.

Nehmen wir die unterbrochene Verfolgung des Entwicklungsganges wieder auf: Wenn in dem geschlossenen, von den Scheideblättern gebildeten Gehäuse die erbreiterte Axe emporragt, dann fängt das Gewebe der letzteren (Fig. 31) an, eine Anzahl von Höckerchen zu produciren. Mit ihnen erscheint zur Zeit der ganze Spadix bedeckt und ist ihr Alter so wenig verschieden, dass es schwer ist zu unterscheiden, ob die Folge der Anlagen eine acropetale oder acrofugale ist. Noch erschwert wird diese Beurtheilung dadurch, dass überall neue Höcker nachgeschoben werden. Gar bald werden diese Anlagen weiter differenzirt und lassen die in der Entwicklung begriffenen männlichen Einzelblüthen erkennen. Zunächst wird von denselben ein dreigliedriger Kreis von Phyllomen angelegt, welcher, schnell heranwachsend, schon als schirmende Hülle der übrigen nachfolgenden Blüthentheile dient; mittlerweile erhebt sich auch auf dem vertieften Vegetationspuncte ein weiterer Kreis von drei Blättern, die Petala (Fig. 33); sie bleiben äusserst klein und bestehen aus einer doppelten Zelllage, werden niemals corollinisch.

Diese kleinen Gebilde entstehen aus dem Dermatogen und zeigen marginales Wachsthum, was in Quer- und Längsschnitt sehr schön zu beobachten ist; insofern bieten sie ein Analogon zu den Petaloïden der weiblichen Blüthe. — Für die Spatha gibt schon Warming a. a. O.

in einer beiläufigen Notiz denselben Modus an und kann ich diese Angabe bestätigen. Das Stellungsverhältniss der erwähnten Gebilde ist ein höchst unregelmässiges. Weder sind sie den Kelchblättern superponirt, noch wechseln sie regelmässig mit ihnen ab. Es könnte scheinen, als ob sie von den gleich darauf angelegten und später in lebhaftem Wachsthum begriffenen Staubfäden Verschiebungen erlitten, so dass also etwa eine Anthere, welche sich genau in die Bucht eines Kelchblattes einschmiegt, entweder die beiden benachbarten Blumenblätter, oder doch eines derselben aus seiner ursprünglichen Stellung nach der Concavität des benachbarten Kelchblattes hin vordrängen würde und die so beeinträchtigte Anthere wieder auf das nächste Petaloïd, aber weniger verschiebend einwirken müsste. Jedoch sind die gegenseitigen Stellungsverhältnisse der betreffenden Organe nicht immer der Art, dass sie so erklärt werden könnten. Gewöhnlich liegen zwei Blumenblattschuppen in der Concavität der sepala, aber auch nicht genau median.

Die betreffende Partie der Entwicklungsgeschichte der männlichen Blüthe bei Châtin weicht so sehr von meinen Beobachtungen und der gegebenen Darstellung ab, dass es unerlässlich scheint, dieselbe hier anzuführen: „Die Krone“, sagt er a. a. O., „ist immer repräsentirt durch ein einziges Petalum, ein kleines Gebilde, welches vor der Entwicklung der Staubfäden, eine Stufe tiefer als sie, aus dem Winkel des Discus, der zwischen den beiden Kelchblättern liegt, sich entwickelt und später in Form eines kleinen Läppchens sich erhebt. Im geschlossenen Zustande der Blüthe ist es mehr oder weniger gegen deren Axe abgelenkt und konnte so für ein abortirtes Staubblatt oder rudimentäres Ovarium gehalten werden. Keine Spur von solchen Anhängseln zeigt sich in den anderen Discuswinkeln: mithin ist der Abortus der Petala ein primitiver oder congenitaler.“

Parlatore hat auch das zweite Perigon vollständig übersehen. Er beobachtete zwei Staubfäden, an der Basis zweier Perigonblätter eingefügt und ein sogenanntes Staminodium, welches gegenübersteht. Ob dieses Staminoid, welches wahrscheinlich wirklich eine verkümmerte Anthere ist, mit jenem Petalum Châtin's identisch ist, kann man nicht leicht beurtheilen, jedoch ist es wahrscheinlich und bleibt dann nur noch der Umstand, dass von beiden Autoren das zweite Perigon übersehen wird. Eine ältere Angabe Richard's und

Endlicher's stimmt aufs Genaueste mit meinen eigenen Beobachtungsresultaten überein: Bei Parlatore nämlich heisst es: „Je n'ai jamais vu ces quatres staminoides dont parle Richard, suivi en cela par Endlicher, et qu'il a decrits comme petaloides, dont trois opposés aux folioles de perigone et un plus grand alterne.“ Das vierte von den genannten Autoren angegebene Petaloïd wird wahrscheinlich das Rudiment der dritten Anthere [1]) gewesen sein.

Die Staubblätter treten an dem etwas eckig gewölbten Axenende (Fig. 32 und 33), welches wenig über die Insertion des innern Perigons hinausragt, als drei Höcker auf und zwar in einer Form, die für den ersten Anblick etwas Ungewöhnliches hat: Der ganze dermalige Blüthenscheitel besteht aus nicht sehr vielen Zellen, wesshalb die Höcker nicht eigentlich als Phyllomanlagen erscheinen; sie nehmen vielmehr die ganze Fläche des Vegetationspunktes ein und verbrauchen das Gewebe desselben vollständig. — Für ein Fortwachsen der Blüthenaxe oder Anlage eines Ovariums bleibt nichts mehr übrig. Wenn Châtin sagt: Les fleurs mâles n'en (d'une gynécée) offrent à aucune époque le moindre vestige, so ist dies jedenfalls richtig. Wenn ferner in den Abbildungen der Eingangs citirten Werke ein mittlerer axilärer Theil zwischen den Antheren frei gelassen ist, so entspricht dies nicht dem wirklichen Sachverhalte und muss vielmehr *Vallisneria* zu den Pflanzen gestellt werden, welche spindelständige Antheren aufweisen.

Vor Allem wäre dieser Fall neben den von Rohrbach bei *Typha* [2]) beobachteten zu stellen. Den mittleren Theil der männlichen Blüthe aber hier auch als eine verzweigte Anthere auffassen zu wollen, wäre wenigstens sehr gezwungen. Man vergleiche ferner die von

---

1) Vergl. das Folgende.

2) Rohrbach, Bot. Ztg. 1869 Sp. 861.

„Die ursprüngliche Anlage selbst (der männlichen Abtheilung des Blüthenstandes bei *Typha*) wächst entweder direct zur Anthere aus, oder theilt sich — analog dem Vorgange bei *Ricinus* — in zwei, drei oder mehr Zweige, deren jeder zur Anthere wird.“

Hiernach besteht die männliche Blüthe von *Typha* nicht aus einer Anzahl verwachsener Staubgefässe, sondern nur aus einem in Bezug auf die relative Blüthenaxe terminalen, einfachen oder verzweigten Staubgefässe.

Hieronymus[1]) angeführten Fälle, in welchen ein ähnlicher Bildungsmodus der Antheren Statt hat. Hinsichtlich der Auffassung stimme ich mit den von genanntem Autor a. a. O. entwickelten Ansichten vollkommen überein.

Es werde noch darauf hingewiesen, dass es nach dem Früheren unrichtig ist, was Parlatore von den Staubfäden behauptet: sie seien dem Perigon angeheftet.

Die weitere Entwicklung der Stamina ist einfach: Die Anlagen strecken sich und in den zu kugeligen Behältern sich bildenden oberen Enden derselben entstehen die Pollenmutterzellen.

Das Filament besteht aus wenigen prismatischen Zellen.

Zur gehörigen Zeit der Entwicklung findet man die Antheren in verschiedenen Stadien, was am besten in der Aufsicht beobachtet wird; es gruppiren sich dann die Zellen behufs der Bildung von Antherenfächern um verschiedene Centren und ist diese Differenzirung bei den verschiedenen ungleich weit fortgeschritten. So erhielt ich Präparate, wo die eine Anthere noch ungetheilt, die andere in einer Sonderung in zwei, die dritte in vier Gruppen begriffen war.

Bezüglich der letzteren Stadien in der Entwicklung betrachte ich meine Beobachtungen als noch nicht abgeschlossen.

Ein Staubgefäss bleibt gewöhnlich in der Entwicklung zurück und wird in der fertigen Blüthe nur als Rudiment (Stemonoid) angetroffen.

Kein Blüthentheil zeigt Färbung. Der Kelch bleibt geschlossen, bis die Blüthe nach der Pollenreife am oberen Ende ihres Stielchens, woselbst sich kleine kugelförmige Zellen befinden, abreisst und vermöge der Luft, die vom Kelche umschlossen wird, als kleiner Ballon emporsteigt.

---

1) Hieronymus, „Einige Bemerkungen über die Blüthe von *Euphorbia*, und zur Deutung sogenannter axiler Antheren." Bot. Ztg. 1872 Sp. 206.

5. Schluss.

Wollen wir aus den mitgetheilten Untersuchungsresultaten ein Ergebniss allgemeinster Art ziehen, so wäre dies ungezwungen folgendes:

Vallisneria spiralis erreicht mit den einfachsten Mitteln, immer auf directem Wege, indem das plastische Material des Scheitelgewebes auf höchst freie Art verwandt wird, eine Ausgestaltung, die vollkommen zweckentsprechend erscheint. — Bei dem Aufbau aus dem Vegetationspunkte wird für sämmtliche zu bildende Produkte jedesmal zunächst in dem gemeinschaftlichen Podium ein Areal geschaffen und da der Scheitel dann sofort wieder ungestört zur Blattbildung übergehen kann, wird eine sehr ausgiebige äussere Entwicklung erreicht. Bei der Blüthenentwicklung sind alle Organe von geringerer Wichtigkeit entweder gar nicht vorhanden oder noch ganz primitiv. So bleibt zunächst eine Spatha, welche die jungen geschlechtlichen Bildungen vor dem Einflusse des Wassers schützt; für den weiteren Schutz der heranwachsenden Organe hat der Kelch zu sorgen.

Das weibliche Organ ist im Uebrigen nur noch Empfängnissorgan, theils Samenbehälter, in welch letzterem möglichst viele Samen auf möglichst einfache Art hervorgebracht werden.

Das männliche Element ist für den erblich gewordenen Befruchtungsmodus, bei welchem Material und Arbeit auf mancherlei Art gespart werden, in möglichst viele Portionen vertheilt und erscheint jede männliche Einzelblüthe, etwas frei aufgefasst, nahezu als einfacher Pollenbehälter.

Diese vollkommene Anpassung der behandelten Pflanze an die ihr gebotenen äusseren Verhältnisse scheint auf ein hohes Alter der Gattung hinzudeuten.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Männlicher Spadix (mässig vergrössert); die Spatha (sp) ist auseinandergerissen, und zwischen ihr und dem Kolben die Ligulae (L L). Das Profil des etwas dicken Schnittes zeigt Anlagen der männlichen Blüthen.

Fig. 2—11. Zur vegetativen Entwicklung:

Fig. 2. Junger Laubspross; s dessen Scheitel, N N die ersten an demselben hervorgebrachten Blattgebilde (Niederblätter). Neben dem Laubspross sind Fetzen von jungen Inflorescenzen hängen geblieben, die demselben Knospenaggregat angehören.

Fig. 3. Ein etwas weiter entwickelter Laubspross, der ausser den Insertionen der Niederblätter (N, N) die Anlage des Podiums (P) zeigt.

Fig. 4. Scheitelregion einer erwachsenen Pflanze. K. A. Knospenaggregat, S Scheitel, P Podium.

Fig. 5. Scheitel in der Aufsicht; s der Scheitel; B_1, B_2, B_3 die drei jüngsten Blätter; in der Achsel von B_1 das Podium P.

Fig. 6 u. 7. Scheitel zur Zeit der Hervorbringung eines Blattes B_1 nach der Anlage des Podiums.

Fig. 8. Hervorbringung eines weiteren Blattes auf der Seite des Podiums.

Fig. 9. Hervorbringung eines dritten Blattes wieder auf der dem Blastem abgewandten Seite und Entstehung von Höckern an dem letzteren. (Bl Blüthenanlage.)

Fig. 9a u. b. Schemata zur Erläuterung des Aufbaues der Pflanze (vergl. den Text).

Fig. 10. Das Stadium etwas älter wie 9 in der Aufsicht: Der Scheitel mit den Blättern B_1 u. B_2 ist weggeschnitten (Fl die Schnittfläche).

Auf dem Podium in der Achsel von B_4 zwei Erhebungen des Gewebes i, i (Infloresoenzen-Anlagen).

Fig. 11. a. Aelteres Knospenaggregat i, i Inflorescenzen, L der vorne stehende Laubspross.

— — b. Horizontalprojection von a. A Axe des Individuums.

Tafel 2.

Fig. 12. Querschnitt durch die Scheitelregion[1]) zur Demonstration der Blattstellung und allgemeinen Uebersicht der vegetativen Entwicklung.

Am Scheitel selbst ist die Anlage des Blastems sichtbar. In der Achsel von B_4 findet sich das Aggregat von 2 (seitlichen) Inflorescenzen und einem (vorderen) Laubsprosse, welches augenscheinlich noch auf einem Podium aufsitzt. B_7 birgt einen älteren Complex (etwas höher durchschnitten).

Fig. 13. Längsschnitt durch die Region des Scheitels einer weiblichen Pflanze zur Zeit der Entwicklung von P; Bl eine Blüthe aus dem ältern Knospencomplex, sp deren Spatha.

Fig. 14—18. Zur Entwicklungsgeschichte des Blattes:

Fig. 14. a. Querschnitt eines sehr jungen Laubblattes; zeigt drei Zellenlagen, in der mittleren Partie die Entwicklung des centralen Gefässbündels.

— — b. Weitere Entwicklung des Gefässbündels bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 15. Längsschnitt eines ein wenig älteren Blattes.

Fig. 16. Querschnitt eines bedeutend älteren Blattes mit Epidermis, Diaphragmen und Gefässbündeln.

a. mittlere, b. Rand-Partie.

Fig. 17. Die drei Faserbündel des Blattes; a. äusserstes, b. seitliches, c. centrales Bündel.

Fig. 18. a. Längsschnitt eines fertigen Blattes mit Querdiaphragmen (d), z kugelige Zellen in deren Mitte, mit dem collabirten braunen Inhalte.

— — b. ein Querdiaphragma in der Flächenansicht; z Die Kugelzelle wie in a.

(Fig. 41 siehe am Ende von Taf. 4.)

---

1) Die mittlere Partie dieser Figur, namentlich die Partie direct um den Scheitel und dieser selbst entspricht nicht ganz der Originalzeichnung.

Tafel 3.

Fig. 19—22. Zur Entwicklungsgeschichte der weiblichen Blüthe:

Fig. 19. a. Complex von drei Blüthen entsprechend ihrer Hervorbringung aus dem gemeinschaftlichen Podium. Bl_1 Blüthe noch als einfacher Gewebehöcker, Bl_2 eine solche zur Zeit der Differenzirung ihrer Spatha. Bl_3 zeigt das Zusammenschliessen der Spatha-Phyllome über dem Scheitel, Streckung und Erbreiterung der Axe.

— — b. Weiteres Stadium. Entwicklung des Kelches (s).

Fig. 20. Zeigt die Anlage der Carpidien c.

Fig. 21 und 22. Aeltere Stadien in der Entwicklung. — Die Spatha ist entfernt. s Sepalum, p Petaloid, c carpidium, o Ovularanlagen.

Fig. 23. Querschnitt eines Blüthenstieles. E E Epidermis, D D Diaphragmen. a und b die Stellen der beiden Faserbündel.

Fig. 24. a u. b. Die beiden Bündel a und b aus Fig. 23 bei sehr starker Vergrösserung. In a ein Luftraum L.

Fig. 25. a u. b. Formen von gut entwickelten Petaloiden. In b das Zellnetz des obern Randes.

Fig. 26. Gewebepartie aus dem Innern des Stammes zwischen der Insertion der untersten Blätter.

i Centralmasse, von Fasern und Fasergruppen durchstrichen.

qsch. Gefässbündelscheide, die Centralmasse umschliessend.

r äussere (Rinden-) Partie aus mehr lockerem Parenchym; bei Q die Durchtrittsstelle einer Wurzelanlage.

(Fig. 31 siehe Taf. 4.)

Tafel 4.

Fig. 27—29 Ovularentwicklung:

Fig. 27. Querschnitt eines Theiles des jungen Carpidiums. — Erste Zelltheilung zu Gunsten eines zu entwickelnden Ovulums; ferner ein Faserbündel in dem Carpidium.

Fig. 28. Weiter entwickelte Ovularanlage. Bildung eines Ringes von Initialen für das erste Integument bei I_1; E Embryonalsack.

Fig. 29. Das Ovulum noch weiter entwickelt:

Bei I_1 das erste (innere), bei I_2 Anlage des äusseren Integumentes. E wie in 28.

Fig. 30. Zur Systematik; die betreffenden niedern Monokotyledonen nach ihren Verwandtschaften im Aufriss dargestellt [1]).

Fig. 31 (Tafel 3). Eine etwas abnorme Bildung eines männlichen Spadix (vergl. d. Text).

Fig. 32—35. Entwicklungsgeschichte der männlichen Blüthe:

Fig. 32. Junge Blüthe; s Sepalum, p Petalum, A Anthere, bei z kugelige Zelle oberhalb der Insertion des Stielchens.

Fig. 33. Präparat, bei sehr starker Vergrösserung die Entwicklung der Petaloide und Antheren zeigend.

Fig. 34. a u. b. Querschnitte von älteren Blüthen, das Stellungsverhältniss der Kelchblätter, Blumenblatt-Gebilde und Staubfäden zeigend.

Fig. 35. Stellung der drei Blattgebilde in der Längsansicht.

Fig. 36, 37, 38. Drei dem Alter nach aufeinander folgende Wurzelspitzen längs durchschnitten.

Fig. 36. Jüngstes Stadium.

Fig. 38. Spitze eines langen Wurzelfadens.

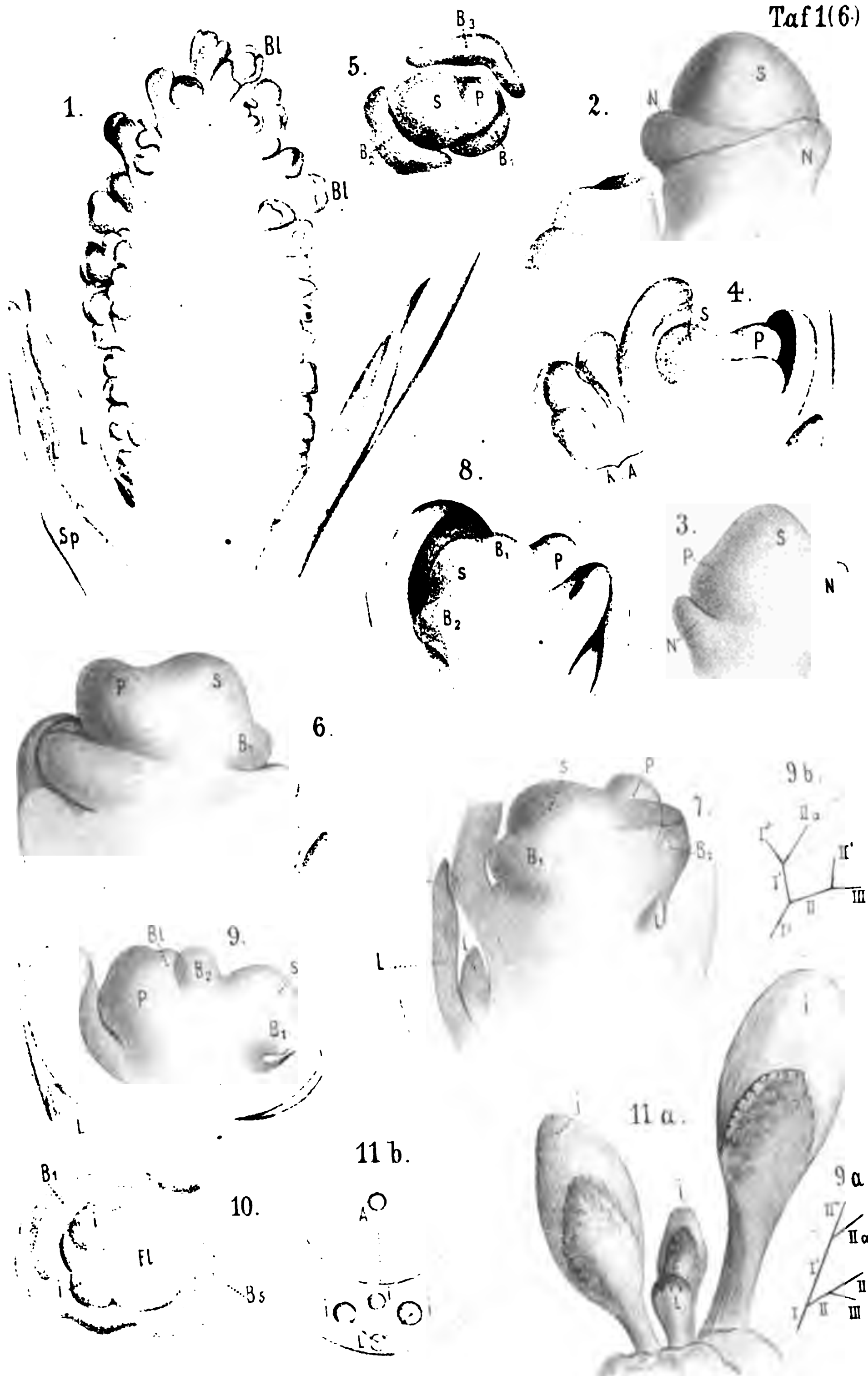
Fig. 39. Querschnitt einer Wurzel zeigt den concentrischen Bau derselben, die Bildung der Längsdiaphragmen und das centrale Faserbündel.

Fig. 40. Das Bündel in 39 stark vergrössert, bestehend aus dem primären Theil und dem secundären (s); (u, u zum peripherischen Gewebe gehörend).

Fig. 41. (Tafel 2.)

---

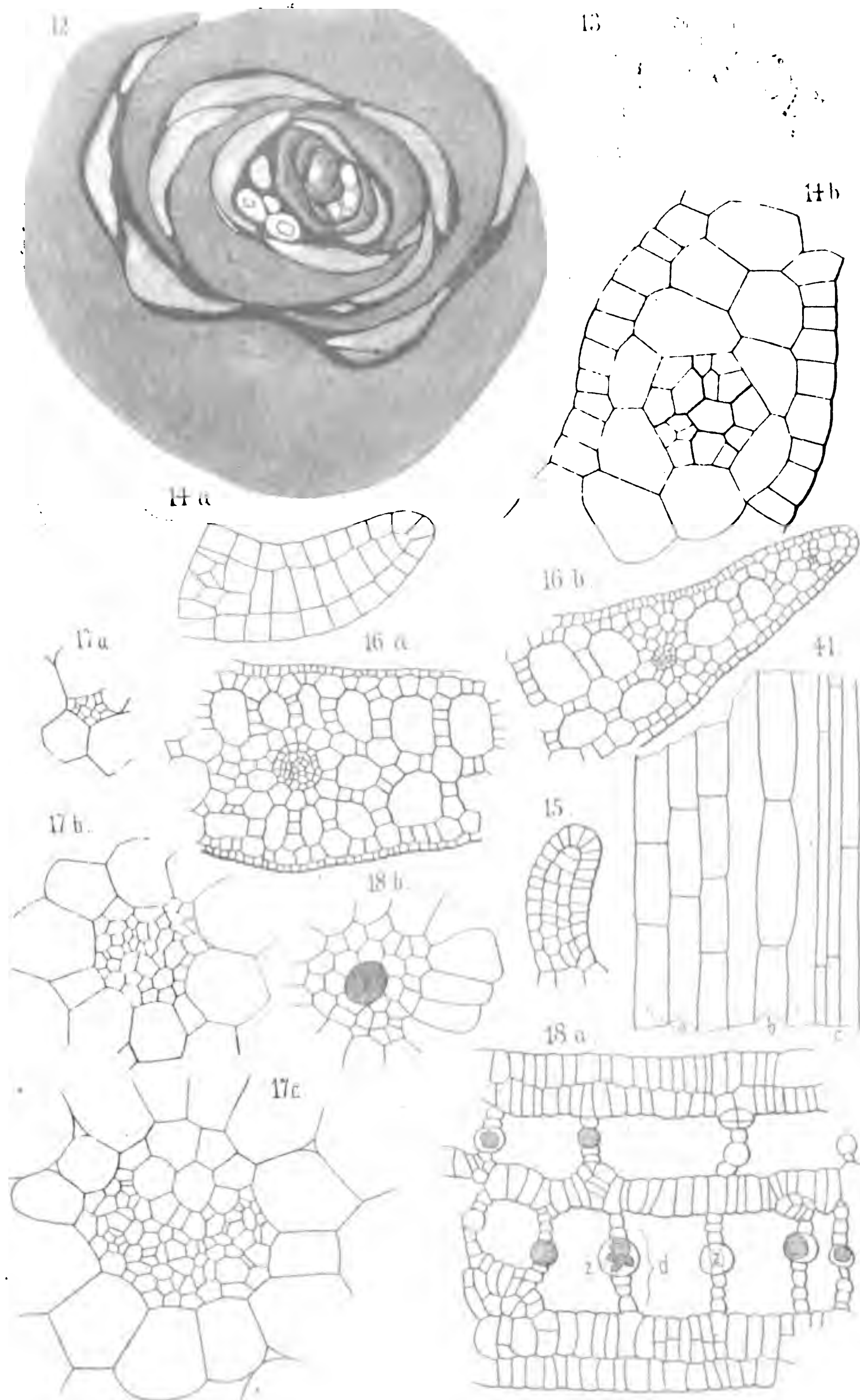
1) Frei nach Hanstein: „Uebersicht des nat. Pflanzensystems“ als Manuscr. zum Vorlesungsgebrauche entworfen im Winter 1875—1876.



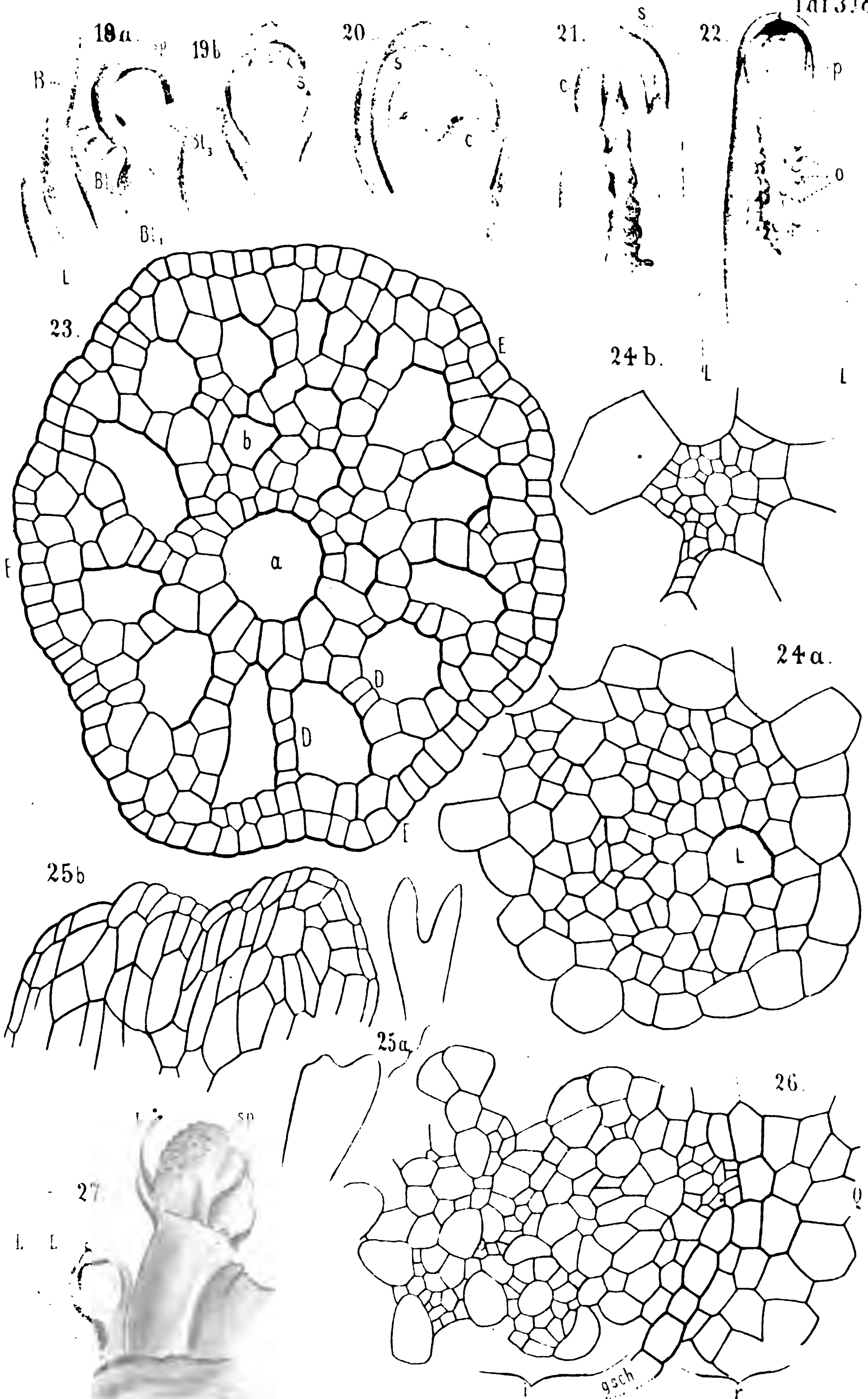
Vallisneria.

J.F. Müller gez.

Lith. Inst. v. A. Henry in Bonn



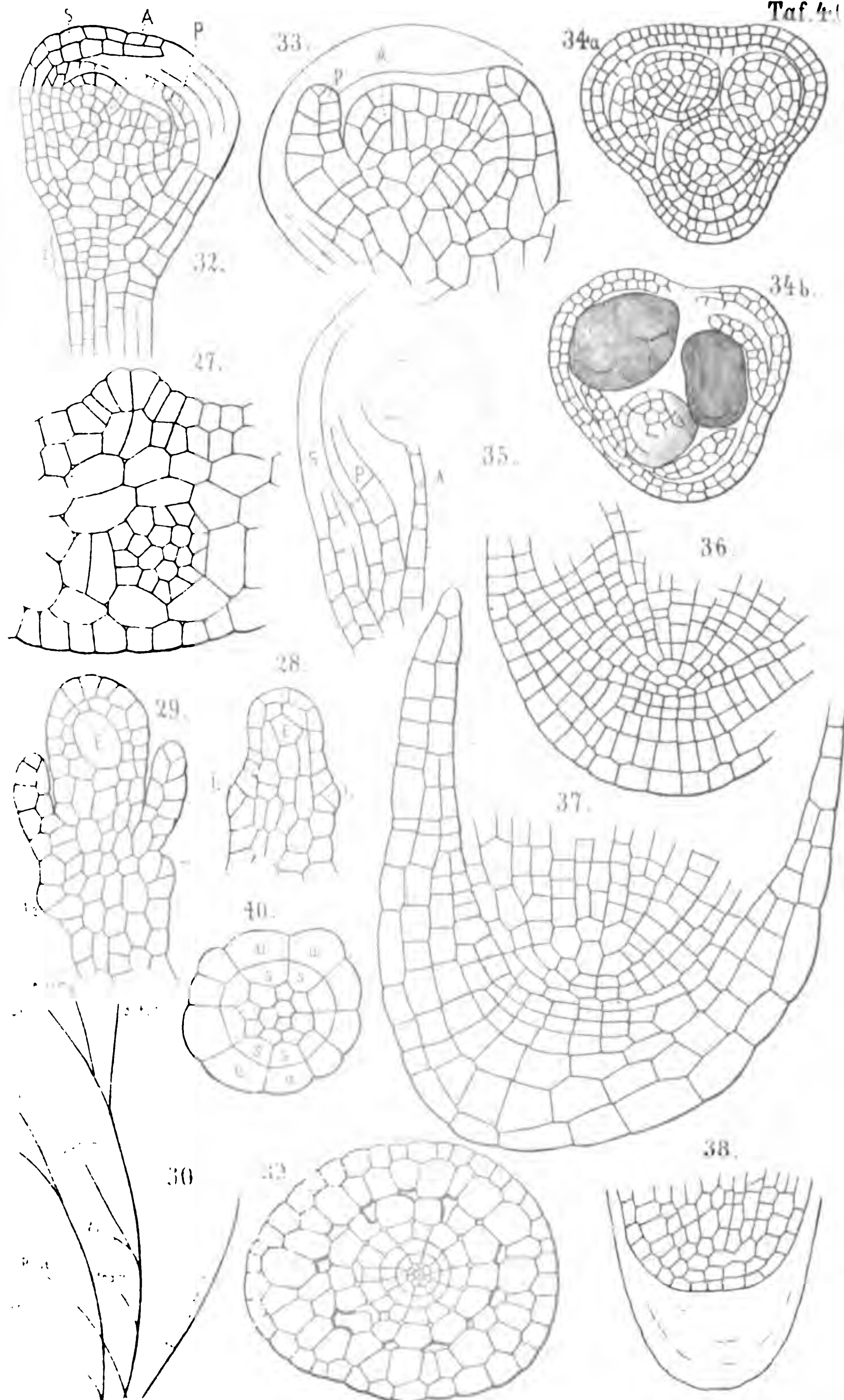
Vallisneria.



Vallisneria.

J.F. Muller gez

Lith. Jnst. v. A. Henry in Bonn



Vallisneria.

Lith. Inst. v. A. Henry in Bonn

